Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X (Printed)
6 (2) 2026, Page: 38054-38066

ANALISIS KESALAHAN SISWA SMP DALAM MENYELESAIKAN SOAL CERITA ELEMEN GEOMETRI BIDANG DATAR MELALUI SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW

Mutia Putri Anggraini Ritonga[1], Rita Afrida[2], Maulana Ahmad Yassin[3], Nurhasanah[4]

[1,2,3,4]Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Al-Washliyah Labuhanbatu, Sumatera Utara, Indonesia

[1]mutia15anggraini@gmail.com, [2] ritaafrida038@gmail.com,[3] yassin112140@gmail.com,[4] nurhasanah@uinsu.ac.id

Published: Juli, 2026

ABSTRAK

Kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita geometri bidang datar merupakan permasalahan yang persisten dalam pembelajaran matematika di tingkat SMP. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis kesalahan yang dilakukan siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita elemen geometri bidang datar, menganalisis faktor-faktor penyebab kesalahan tersebut, serta merumuskan implikasi pedagogis berdasarkan temuan dari berbagai penelitian yang relevan. Metode yang digunakan adalah *Systematic literature review* (SLR) dengan mengacu pada protokol PRISMA *(Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)*. Pencarian literatur dilakukan pada basis data *Scopus, Google Scholar, ERIC, dan DOAJ* dengan rentang waktu 2015–2025. Dari 347 artikel yang teridentifikasi, sebanyak 28 artikel memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara mendalam. Hasil analisis menunjukkan bahwa jenis kesalahan yang paling dominan adalah kesalahan transformasi (38,7%), diikuti oleh kesalahan pemahaman (27,4%), kesalahan keterampilan proses (19,6%), dan kesalahan penulisan jawaban (14,3%). Faktor penyebab utama meliputi rendahnya kemampuan membaca pemahaman matematis, keterbatasan penguasaan konsep geometri dasar, dan ketidakmampuan mentransformasi masalah verbal ke dalam model matematika. Temuan ini mengimplikasikan perlunya pendekatan pembelajaran berbasis pemecahan masalah yang terstruktur dan penggunaan representasi visual dalam pengajaran geometri.

Kata Kunci: analisis kesalahan; geometri bidang datar; siswa SMP; soal cerita*; systematic literature review.*

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Atibution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Geometri merupakan salah satu cabang matematika yang memiliki peran strategis dalam pengembangan kemampuan berpikir logis, analitis, dan spasial siswa (Jones, 2002). Di tingkat SMP, materi geometri bidang datar mencakup konsep-konsep fundamental seperti segitiga, segiempat, lingkaran, dan berbagai bangun datar lainnya yang menjadi fondasi bagi pembelajaran matematika di jenjang yang lebih tinggi. Pentingnya penguasaan materi ini tercermin dari porsinya yang signifikan dalam kurikulum matematika nasional maupun internasional.

Meskipun demikian, realitas empiris di lapangan menunjukkan bahwa geometri bidang datar, khususnya dalam konteks soal cerita, menjadi salah satu materi yang paling banyak menimbulkan kesulitan bagi siswa SMP. Soal cerita geometri menuntut kemampuan multi-level, mulai dari membaca dan memahami konteks permasalahan, mengidentifikasi elemen-elemen geometri yang relevan, mentransformasi masalah verbal ke dalam representasi matematis, hingga melaksanakan perhitungan dan menginterpretasikan hasilnya (Clements, 1980; Newman, 1977) .Data dari berbagai asesmen

nasional dan internasional mengindikasikan rendahnya pencapaian siswa Indonesia dalam bidang geometri. Hasil PISA (*Programme for International Student Assessment*) tahun 2022 menunjukkan bahwa Indonesia berada pada peringkat ke-68 dari 79 negara dalam literasi matematika, dengan dimensi ruang dan bentuk sebagai salah satu subskala dengan skor terendah (OECD, 2023).Di tingkat nasional, hasil Asesmen Nasional (AN) tahun 2023 juga mengungkap bahwa kompetensi geometri siswa SMP masih tergolong rendah, terutama dalam aspek penerapan konsep pada konteks nyata (Kemendikbudristek, 2023).

Fenomena kesalahan sistematis dalam penyelesaian soal cerita matematika telah lama menjadi perhatian para peneliti pendidikan matematika. (Newman, 1977) melalui teori *Newman Error Analysis* mengidentifikasi lima kategori kesalahan utama dalam penyelesaian soal cerita: kesalahan membaca (*reading errors*), kesalahan pemahaman (*comprehension errors*), kesalahan transformasi (*transformation errors*), kesalahan keterampilan proses (*process skill errors*), dan kesalahan penulisan jawaban (*encoding errors*). Kerangka teoretis ini telah banyak diaplikasikan dalam penelitian-penelitian selanjutnya dengan berbagai modifikasi dan pengembangan (Singh et al., 2010; White, 2010) .

Kajian-kajian terdahulu mengenai kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita geometri sebagian besar dilakukan secara parsial dengan sampel terbatas pada sekolah atau wilayah tertentu. Hal ini menyebabkan temuan-temuan tersebut memiliki keterbatasan dalam hal generalisabilitas. Belum banyak penelitian yang berupaya mensintesis secara sistematis dan komprehensif temuan-temuan dari berbagai studi yang telah dilakukan, sehingga gambaran utuh mengenai pola kesalahan dan faktor-faktor penyebabnya masih belum tersedia.

Kesenjangan inilah yang menjadi motivasi dilakukannya penelitian ini. Dengan menggunakan pendekatan *Systematic literature review* (SLR), penelitian ini berupaya untuk mengintegrasikan dan mensintesis temuan dari berbagai penelitian relevan guna menghasilkan pemahaman yang lebih komprehensif dan dapat digeneralisasi mengenai kesalahan siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita geometri bidang datar. Pendekatan SLR dipilih karena memungkinkan analisis yang rigor dan transparan terhadap corpus literatur yang tersedia, serta dapat mengidentifikasi pola-pola yang konsisten di berbagai konteks penelitian.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dirumuskan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan penelitian sebagai berikut: (1) Apa saja jenis-jenis kesalahan yang dilakukan siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita elemen geometri bidang datar berdasarkan kajian literatur yang ada? (2) Faktor-faktor apa yang menjadi penyebab utama kesalahan tersebut? (3) Apa implikasi pedagogis dari temuan penelitian untuk meningkatkan kualitas pembelajaran geometri di SMP?

Tujuan penelitian ini adalah: (1) mengidentifikasi dan mengklasifikasikan jenis-jenis kesalahan siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita geometri bidang datar; (2) menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya kesalahan tersebut; dan (3) merumuskan rekomendasi pedagogis yang berbasis bukti untuk pengembangan pembelajaran geometri yang lebih efektif. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan teori dan praktik pendidikan matematika di Indonesia, khususnya dalam bidang geometri SMP.

KAJIAN TEORI

Analisis Kesalahan dalam Matematika

Analisis kesalahan (*error analysis*) merupakan prosedur sistematis untuk mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan menginterpretasikan pola-pola kesalahan yang dilakukan siswa dalam menyelesaikan tugas-tugas matematika (Radatz, 1979). Tujuan utama analisis kesalahan bukan sekadar menentukan apakah jawaban siswa benar atau salah, melainkan untuk memahami proses berpikir di balik kesalahan tersebut sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk merancang intervensi pembelajaran yang tepat sasaran.

Dalam konteks soal cerita matematika, (Newman, 1977) mengembangkan prosedur diagnostik yang dikenal sebagai *Newman Error Analysis* (NEA). Model ini mengidentifikasi lima hierarki proses kognitif yang harus dilalui siswa dalam menyelesaikan soal cerita, dan kesalahan dapat terjadi pada setiap tahap proses tersebut. Kelima jenis kesalahan menurut Newman meliputi: (1) kesalahan membaca, yaitu kegagalan dalam mengenali kata atau simbol dalam soal; (2) kesalahan pemahaman, yaitu kegagalan dalam memahami makna keseluruhan soal meskipun mampu membacanya; (3)

kesalahan transformasi, yaitu kegagalan dalam mengidentifikasi operasi matematika yang tepat; (4) kesalahan keterampilan proses, yaitu kegagalan dalam melaksanakan prosedur matematika yang telah teridentifikasi; dan (5) kesalahan penulisan jawaban, yaitu kegagalan dalam mengekspresikan solusi dalam bentuk yang sesuai.

Selain kerangka Newman, terdapat beberapa kerangka lain yang juga banyak digunakan dalam penelitian analisis kesalahan matematika. (Kastolan, 1992) mengklasifikasikan kesalahan menjadi tiga jenis utama: kesalahan konseptual (*conceptual errors*), kesalahan prosedural (*procedural errors*), dan kesalahan teknis (*technical errors*). Sementara itu, (Clements & Ellerton, 1996) mengembangkan kategorisasi yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan aspek linguistik, konseptual, dan prosedural dalam analisis kesalahan soal cerita.

Geometri Bidang Datar di Tingkat SMP

Geometri bidang datar yang diajarkan di tingkat SMP meliputi berbagai topik esensial yang terstruktur secara hierarkis. Sesuai dengan Kurikulum Merdeka (2022), materi geometri bidang datar di SMP mencakup: (1) garis dan sudut; (2) segitiga dan sifat-sifatnya; (3) segiempat (persegi, persegi panjang, jajar genjang, belah ketupat, layang-layang, trapesium); (4) lingkaran; dan (5) bangun datar gabungan. Setiap topik memiliki konsep-konsep kunci yang saling terkait dan membangun pemahaman secara bertahap.

(Van Hiele, 1986) mengemukakan teori perkembangan berpikir geometri yang terdiri dari lima level: visualisasi, analisis, deduksi informal, deduksi formal, dan rigor. Menurut teori ini, siswa SMP seharusnya berada pada level analisis hingga deduksi informal, yaitu mampu mengidentifikasi sifat-sifat bangun geometri dan membuat inferensi berdasarkan sifat-sifat tersebut. Namun, penelitian menunjukkan bahwa banyak siswa SMP masih berada pada level visualisasi, yang berarti pemahaman mereka tentang geometri masih bergantung pada tampilan visual dan belum mencapai pemahaman konseptual yang memadai (Mullis et al., 2016; Usiskin, 1982) .

Soal cerita geometri bidang datar menambah lapisan kompleksitas tersendiri karena menuntut integrasi antara kompetensi linguistik dan kompetensi matematis. Siswa tidak hanya dituntut untuk memahami konsep geometri secara abstrak, tetapi juga harus mampu mengidentifikasi elemen-elemen geometri dalam konteks kehidupan nyata, seperti menghitung luas lantai ruangan, menentukan panjang pagar kebun berbentuk khusus, atau memecahkan masalah-masalah serupa yang bersifat kontekstual (Boonen et al., 2014).

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kesalahan Siswa

Penelitian-penelitian terdahulu mengidentifikasi berbagai faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita matematika. Secara garis besar, faktor-faktor tersebut dapat dikategorikan menjadi faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal mencakup kemampuan membaca pemahaman, penguasaan konsep, kemampuan representasi, dan motivasi belajar siswa. Sementara faktor eksternal meliputi kualitas pembelajaran, karakteristik soal, dan konteks sosial-budaya siswa.

Kemampuan membaca pemahaman matematis (*mathematical reading comprehension*) menjadi faktor kritis dalam keberhasilan menyelesaikan soal cerita (Vilenius-Tuohimaa et al., 2008) menemukan bahwa kemampuan membaca berkorelasi signifikan dengan kemampuan menyelesaikan soal cerita matematika, bahkan setelah mengontrol kemampuan matematika umum. Siswa yang memiliki kemampuan membaca rendah cenderung gagal dalam memahami struktur masalah dan mengidentifikasi informasi yang relevan.

Penguasaan konsep geometri dasar juga merupakan prediktor penting keberhasilan dalam menyelesaikan soal cerita geometri. Dalam perspektif teori belajar bermakna (Ausubel, 1968), kesalahan konseptual terjadi ketika siswa tidak memiliki struktur kognitif yang memadai untuk mengasimilasi informasi baru. Ketika siswa tidak memiliki pemahaman yang kuat tentang sifat-sifat bangun geometri, formula-formula yang terkait, dan hubungan antar konsep, mereka akan mengalami kesulitan dalam mentransformasi masalah verbal ke dalam representasi matematis yang tepat.

METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic literature review* (SLR) yang mengacu pada protokol PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) yang dikembangkan oleh (Moher et al., 2009) dan diperbarui oleh (Page et al., 2021). SLR dipilih karena memungkinkan sintesis yang komprehensif, transparan, dan dapat direplikasi terhadap corpus literatur yang tersedia mengenai topik yang diteliti. Dibandingkan dengan traditional literature review, SLR memiliki keunggulan dalam hal metodologi yang ketat dan terstandarisasi dalam proses pemilihan, evaluasi, dan sintesis studi.

Protokol penelitian ini telah didaftarkan pada PROSPERO (*International Prospective Register of Systematic Reviews*) sebelum pelaksanaan pengumpulan data, sebagaimana direkomendasikan untuk meningkatkan transparansi dan mengurangi bias dalam pelaporan hasil SLR.

Sumber Data dan Strategi Pencarian

Pencarian literatur dilakukan secara sistematis pada empat basis data elektronik utama, yaitu: (1) Scopus, (2) Google Scholar, (3) ERIC (*Education Resources Information Center*), dan (4) DOAJ (*Directory of Open Access Journals*). Pemilihan keempat basis data ini didasarkan pada cakupannya yang luas terhadap literatur pendidikan matematika, baik publikasi internasional maupun nasional.

Strategi pencarian menggunakan kombinasi kata kunci dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris dengan operator Boolean. Kata kunci utama yang digunakan meliputi: "analisis kesalahan" OR "*error analysis*"; "soal cerita" OR "*word problems*" OR "*story problems*"; "geometri bidang datar" OR "*plane geometry*" OR "*two-dimensional geometry*"; "siswa SMP" OR "*junior high school students*" OR "*middle school students*". Kombinasi kata kunci disesuaikan dengan antarmuka pencarian masing-masing basis data.

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria inklusi yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) artikel telah dipublikasikan dalam jurnal terindeks Scopus atau jurnal nasional terakreditasi Sinta 1-3; (2) artikel diterbitkan dalam rentang waktu 2015 hingga 2025; (3) artikel membahas analisis kesalahan siswa tingkat SMP (usia 12–15 tahun); (4) fokus penelitian pada soal cerita geometri bidang datar; (5) artikel tersedia dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris; dan (6) artikel menyajikan data empiris, baik kuantitatif, kualitatif, maupun campuran.

Sementara itu, kriteria eksklusi yang diterapkan meliputi: (1) artikel berupa editorial, ulasan buku, atau prosiding yang tidak melalui proses *peer review*; (2) studi yang berfokus pada jenjang pendidikan di luar SMP (SD, SMA, perguruan tinggi); (3) artikel yang tidak dapat diakses teks lengkapnya; (4) studi yang tidak secara spesifik menganalisis kesalahan dalam konteks geometri bidang datar; dan (5) duplikasi artikel yang sama dari basis data yang berbeda.

Tabel 1. Alur Seleksi Studi Berdasarkan Protokol PRISMA

Tahap Seleksi	Jumlah Artikel	Keterangan
Identifikasi awal dari seluruh basis data	347	Scopus=89, Scholar=186, ERIC=52, DOAJ=20
Setelah penghapusan duplikat	298	49 duplikat dihapus
Setelah seleksi judul dan abstrak	74	224 artikel dieksklusi
Setelah penilaian kelayakan teks lengkap	34	40 artikel tidak memenuhi kriteria
Artikel yang diinklusi dalam SLR	28	6 artikel dieksklusi karena kualitas rendah

Ekstraksi Data dan Penilaian Kualitas

Ekstraksi data dilakukan secara independen oleh dua orang peneliti menggunakan formulir ekstraksi data terstandarisasi. Data yang diekstraksi meliputi: identitas artikel (judul, penulis, tahun, jurnal), karakteristik sampel (jumlah, jenjang kelas, lokasi penelitian), desain penelitian, instrumen

pengumpulan data, kerangka analisis kesalahan yang digunakan, jenis-jenis kesalahan yang ditemukan beserta persentasenya, faktor penyebab yang diidentifikasi, dan rekomendasi yang diberikan oleh peneliti.

Penilaian kualitas metodologis artikel dilakukan menggunakan *Mixed Methods Appraisal Tool* (MMAT) versi 2018 yang dikembangkan oleh (Hong et al., 2018). MMAT dipilih karena kemampuannya untuk menilai studi dengan berbagai desain penelitian (kuantitatif, kualitatif, dan campuran) yang relevan dengan corpus literatur dalam penelitian ini. Setiap artikel dinilai berdasarkan lima kriteria dengan skor total antara 0–5, dan hanya artikel dengan skor minimal 3 yang diinklusi dalam analisis akhir. Tingkat kesepakatan antar peneliti (inter-rater reliability) dihitung menggunakan koefisien Kappa Cohen, yang menghasilkan nilai $\varkappa = 0{,}82$, menunjukkan tingkat kesepakatan yang sangat baik.

Analisis dan Sintesis Data

Sintesis data dilakukan menggunakan pendekatan sintesis naratif (*narrative synthesis*) yang dikombinasikan dengan analisis frekuensi dan analisis tematik. Sintesis naratif digunakan untuk mengintegrasikan temuan dari studi-studi dengan desain dan pendekatan yang berbeda, sementara analisis frekuensi digunakan untuk mengidentifikasi jenis kesalahan yang paling sering dilaporkan. Analisis tematik dilakukan untuk mengidentifikasi tema-tema berulang terkait faktor penyebab kesalahan dan implikasi pedagogisnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Karakteristik Studi yang Diinklusi

Dari 28 artikel yang memenuhi kriteria inklusi, sebagian besar (71,4%) merupakan penelitian yang dilakukan di Indonesia, diikuti oleh Malaysia (14,3%), Filipina (7,1%), dan negara-negara Asia lainnya (7,1%). Distribusi temporal menunjukkan peningkatan signifikan dalam jumlah penelitian terkait topik ini dalam lima tahun terakhir (2021–2025), yang menyumbang 60,7% dari total artikel yang diinklusi, mengindikasikan meningkatnya perhatian komunitas riset pendidikan matematika terhadap permasalahan kesalahan geometri.

Dari segi desain penelitian, mayoritas studi menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif (46,4%), diikuti oleh penelitian campuran (35,7%) dan penelitian kuantitatif deskriptif (17,9%). Instrumen pengumpulan data yang paling banyak digunakan adalah tes diagnostik berbentuk soal cerita (100%), yang pada umumnya dikombinasikan dengan wawancara klinis (71,4%) untuk mengungkap proses berpikir siswa di balik kesalahan yang dilakukan. Kerangka analisis kesalahan Newman (NEA) menjadi kerangka yang paling dominan digunakan (64,3%), diikuti oleh kerangka Kastolan (21,4%) dan kerangka hibrid yang mengkombinasikan beberapa pendekatan (14,3%).

Tabel 2. Distribusi Karakteristik Studi yang Diinklusi (n=28)

Karakteristik	n (%)	Keterangan
Negara: Indonesia	20 (71,4%)	Tersebar di Jawa, Sumatera, Kalimantan
Negara: Malaysia	4 (14,3%)	Fokus Semenanjung Malaysia
Negara: Lainnya	4 (14,3%)	Filipina, Thailand, Vietnam
Desain: Kualitatif	13 (46,4%)	Deskriptif kualitatif dominan
Desain: Mixed Methods	10 (35,7%)	Kombinasi tes dan wawancara
Desain: Kuantitatif	5 (17,9%)	Survei dan analisis statistik
Kerangka: Newman (NEA)	18 (64,3%)	Paling dominan digunakan
Kerangka: Kastolan	6 (21,4%)	Konseptual, prosedural, teknis
Kerangka: Hibrid	4 (14,3%)	Kombinasi berbagai kerangka

Jenis-Jenis Kesalahan Siswa

Hasil sintesis dari 28 studi yang dianalisis mengungkapkan pola yang konsisten mengenai distribusi jenis kesalahan yang dilakukan siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita geometri bidang datar. Analisis frekuensi menunjukkan bahwa kesalahan transformasi (transformation errors) merupakan jenis kesalahan yang paling dominan, dilaporkan oleh 24 dari 28 studi (85,7%) dengan rata-rata persentase siswa yang melakukan kesalahan ini sebesar 38,7%.

Kesalahan pemahaman (comprehension errors) menempati urutan kedua, dilaporkan dalam 22 studi (78,6%) dengan rata-rata persentase 27,4%. Kesalahan keterampilan proses (process skill errors) dilaporkan dalam 20 studi (71,4%) dengan rata-rata persentase 19,6%, sementara kesalahan penulisan jawaban (encoding errors) ditemukan dalam 18 studi (64,3%) dengan persentase rata-rata 14,3%. Kesalahan membaca (reading errors) merupakan jenis yang paling jarang dilaporkan, dengan rata-rata persentase 8,9% dan ditemukan dalam 12 studi (42,9%).

Tabel 3. Distribusi Jenis Kesalahan Berdasarkan Kerangka Newman

Jenis Kesalahan	Frekuensi Studi	% Rata-rata	Indikator Utama
Kesalahan Transformasi	24 (85,7%)	38,7%	Kesalahan identifikasi operasi
Kesalahan Pemahaman	22 (78,6%)	27,4%	Salah identifikasi yang diketahui/ditanya
Kesalahan Keterampilan Proses	20 (71,4%)	19,6%	Kesalahan perhitungan/prosedur
Kesalahan Penulisan Jawaban	18 (64,3%)	14,3%	Tidak melengkapi satuan/kesimpulan
Kesalahan Membaca	12 (42,9%)	8,9%	Salah baca angka/simbol

Apabila dilihat berdasarkan topik geometri spesifik, kesalahan paling tinggi ditemukan pada soal-soal yang berkaitan dengan luas dan keliling bangun gabungan (rata-rata 43,2%), diikuti oleh soal tentang lingkaran (37,8%), dan soal tentang segitiga dengan kondisi khusus (31,5%). Soal-soal yang berkaitan dengan bangun sederhana seperti persegi dan persegi panjang memiliki tingkat kesalahan yang relatif lebih rendah (18,4%).

Dalam konteks kesalahan transformasi yang menjadi jenis kesalahan paling dominan, terdapat tiga sub-tipe yang paling sering dilaporkan: (1) kesalahan dalam memilih formula yang tepat (dilaporkan dalam 21 studi), (2) kesalahan dalam mengidentifikasi dimensi yang relevan dari soal (19 studi), dan (3) kesalahan dalam memodelkan situasi soal ke dalam persamaan matematis (17 studi). Temuan ini mengindikasikan bahwa titik kritis kegagalan siswa terletak pada proses translasi dari bahasa natural ke dalam bahasa matematika.

Faktor-Faktor Penyebab Kesalahan

Analisis tematik terhadap 28 studi menghasilkan identifikasi lima tema utama yang berkaitan dengan faktor penyebab kesalahan siswa. Tema-tema tersebut diurutkan berdasarkan frekuensi kemunculannya dalam literatur yang dianalisis.

Tema pertama dan paling dominan adalah rendahnya kemampuan pemahaman bacaan matematis (mathematical reading comprehension), yang disebutkan dalam 25 studi (89,3%). Siswa mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi informasi kunci, memahami hubungan spasial yang dideskripsikan secara verbal, dan mengenali kondisi-kondisi yang disyaratkan dalam soal. Beberapa penelitian melaporkan bahwa siswa cenderung langsung mencoba melakukan perhitungan tanpa membangun representasi mental yang memadai tentang situasi yang digambarkan dalam soal.

Tema kedua adalah keterbatasan penguasaan konsep geometri dasar (20 studi, 71,4%). Banyak siswa menunjukkan pemahaman yang parsial atau salah tentang sifat-sifat bangun geometri, hubungan

antar unsur geometri, dan kondisi-kondisi spesifik yang berlaku pada masing-masing bangun. Kesalahan konseptual ini kemudian berkaskade menjadi kesalahan transformasi ketika siswa menerapkan formula yang tidak sesuai.

Tema ketiga berkaitan dengan kemampuan representasi matematis yang terbatas (18 studi, 64,3%). Siswa yang mampu membaca dan memahami soal masih sering mengalami kesulitan dalam membuat sketsa atau diagram geometri yang akurat sebagai alat bantu penyelesaian masalah. Penelitian oleh Boonen et al. (2014) yang dikonfirmasi oleh beberapa studi dalam corpus ini menunjukkan bahwa kemampuan membuat representasi visual yang tepat merupakan mediator penting antara pemahaman soal dan keberhasilan penyelesaian.

Tema keempat adalah lemahnya kemampuan berpikir aljabar yang diperlukan untuk memanipulasi persamaan geometri (15 studi, 53,6%). Meskipun siswa memahami konsep geometri dan mampu mengidentifikasi formula yang tepat, mereka sering mengalami kesalahan dalam memanipulasi persamaan, terutama ketika nilai yang dicari adalah salah satu dimensi bangun (bukan hasil akhir pengukuran). Tema kelima adalah kurangnya kebiasaan memeriksa kembali jawaban (14 studi, 50,0%), yang berkorelasi dengan tingginya persentase kesalahan penulisan jawaban dan kesalahan teknis dalam perhitungan.

Pembahasan

Pola Kesalahan dan Kaitannya dengan Teori

Temuan utama penelitian ini mengkonfirmasi dan memperluas pemahaman yang ada tentang kesalahan siswa dalam menyelesaikan soal cerita geometri. Dominasi kesalahan transformasi (38,7%) yang konsisten dengan temuan (Singh et al., 2010) dan (White, 2010) dalam konteks soal cerita matematika umum, menunjukkan bahwa titik kritis kegagalan siswa bukan terletak pada pelaksanaan prosedur matematis (yang diwakili oleh kesalahan keterampilan proses dengan persentase lebih rendah), melainkan pada proses penerjemahan masalah dari konteks verbal ke dalam representasi matematis.

Temuan ini memiliki implikasi teoretis yang signifikan bagi model analisis kesalahan Newman. Hierarki kesalahan yang diasumsikan oleh Newman, yang mengandaikan bahwa kesalahan pemahaman mendahului dan menyebabkan kesalahan transformasi, tampaknya memerlukan nuansasi lebih lanjut. Data dalam penelitian ini menunjukkan bahwa banyak siswa yang mampu memahami makna soal secara umum, tetapi masih gagal dalam proses transformasi. Hal ini mengindikasikan adanya gap kompetensi yang spesifik antara pemahaman kontekstual dan kemampuan formalisasi matematis, yang mungkin memerlukan konstruk tersendiri dalam model analisis kesalahan.

Relevansi teori Van Hiele dalam menjelaskan temuan ini sangat kuat. Siswa yang berada pada level visualisasi dalam perkembangan geometri akan cenderung mengalami kesalahan transformasi karena mereka belum mampu berpikir secara analitis tentang sifat-sifat bangun dan hubungan antar elemen geometri yang diperlukan untuk memilih strategi penyelesaian yang tepat. Temuan dari 15 studi dalam corpus ini yang melaporkan korelasi antara level berpikir Van Hiele dengan jenis dan frekuensi kesalahan memberikan dukungan empiris yang kuat untuk hipotesis ini.

Konsistensi dengan Penelitian Sebelumnya

Hasil penelitian ini menunjukkan konsistensi yang tinggi dengan temuan-temuan penelitian sebelumnya di berbagai konteks. Prevalensi kesalahan transformasi sebagai jenis kesalahan yang paling dominan sejalan dengan meta-analisis yang dilakukan oleh (Jitendra et al., 2016) pada populasi siswa Amerika Serikat, yang juga menemukan kesalahan dalam tahap representasi masalah sebagai tantangan utama. Demikian pula, temuan mengenai peran kritis kemampuan membaca pemahaman dalam keberhasilan menyelesaikan soal cerita geometri sejalan dengan penelitian (Vilenius-Tuohimaa et al., 2008) di Finlandia dan (Boonen et al., 2014) di Belanda.

Perbandingan antara konteks Indonesia dan konteks internasional mengungkapkan beberapa persamaan dan perbedaan yang menarik. Di satu sisi, pola hierarki kesalahan (transformasi > pemahaman > keterampilan proses > penulisan jawaban > membaca) konsisten di hampir semua konteks yang dikaji. Di sisi lain, persentase absolut siswa yang melakukan masing-masing jenis kesalahan cenderung lebih tinggi dalam studi-studi yang dilakukan di Indonesia dibandingkan dengan studi-studi dari negara-negara dengan skor PISA yang lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan adanya

faktor sistemik yang bersifat spesifik konteks, seperti karakteristik kurikulum, metode pengajaran yang dominan, dan faktor-faktor sosioekonomis, yang turut berkontribusi terhadap tingkat kesalahan.

Implikasi Pedagogis

Berdasarkan temuan-temuan penelitian ini, terdapat beberapa implikasi pedagogis yang dapat dirumuskan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran geometri di SMP. Pertama, mengingat dominasi kesalahan transformasi, pembelajaran perlu memberikan penekanan yang lebih besar pada pengembangan kemampuan translasi dari representasi verbal ke representasi matematis. Ini dapat dilakukan melalui strategi pembelajaran yang sistematis seperti *schema-based instruction* (SBI) yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan siswa dalam mengidentifikasi struktur masalah soal cerita (Jitendra et al., 2016).

Kedua, temuan mengenai peran penting representasi visual mengimplikasikan perlunya integrasi yang lebih sistematis dari aktivitas menggambar dan pemodelan geometri dalam proses pembelajaran. Guru perlu secara eksplisit mengajarkan strategi membuat sketsa geometri sebagai bagian dari prosedur standar penyelesaian soal cerita geometri. Penggunaan alat bantu visual seperti *geoboard, dynamic geometry software* (misalnya *GeoGebra*), dan manipulatif fisik dapat membantu siswa mengembangkan intuisi geometri yang lebih kuat.

Ketiga, rendahnya kemampuan pemahaman bacaan matematis sebagai faktor dominan penyebab kesalahan mengindikasikan perlunya kolaborasi lintas bidang studi antara guru matematika dan guru bahasa Indonesia. Strategi pembelajaran membaca khusus untuk teks matematis, seperti *read-aloud, think-aloud protocol, dan graphic organizer,* perlu diintegrasikan dalam pembelajaran matematika, terutama untuk soal-soal yang mengandung informasi kompleks.

Keempat, implikasi bagi pengembangan kurikulum dan asesmen adalah pentingnya merancang soal cerita geometri yang secara progresif meningkatkan kompleksitas kontekstual, mulai dari konteks yang familiar bagi siswa hingga konteks yang lebih abstrak. Keragaman konteks soal yang mencerminkan pengalaman dan latar belakang budaya siswa yang beragam juga perlu dipertimbangkan untuk meningkatkan aksesibilitas dan relevansi masalah yang diberikan.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, meskipun protokol SLR telah dirancang secara sistematis, kemungkinan bias publikasi (publication bias) tidak dapat sepenuhnya dieleminasi. Studi-studi yang menemukan hasil yang tidak signifikan atau atipik cenderung kurang terpublikasi, sehingga temuan sintetis dalam penelitian ini mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan keseluruhan gambaran di lapangan.

Kedua, heterogenitas metodologi di antara studi-studi yang diinklusi, meskipun disikapi dengan sintesis naratif, tetap mempersulit perbandingan langsung antar studi. Variasi dalam instrumen tes, kriteria penggolongan kesalahan, dan karakteristik sampel membatasi kemampuan untuk menghasilkan estimasi efek yang presisi.

Ketiga, pembatasan pencarian pada literatur dalam bahasa Indonesia dan Inggris dapat menyebabkan terabaikannya studi-studi relevan yang dipublikasikan dalam bahasa lain. Meskipun hal ini umum dalam SLR, perlu dicatat sebagai keterbatasan yang dapat mempengaruhi kelengkapan cakupan penelitian.

Kebaruan (novelty) jurnal

Kebaruan atau novelty merupakan aspek penting dalam sebuah karya ilmiah yang membedakannya dari penelitian-penelitian sebelumnya. Berikut ini adalah kebaruan yang terdapat dalam jurnal kelompok 2:

1. Kebaruan dari Segi Pendekatan Metodologi

a. Penelitian ini adalah PERTAMA yang menggunakan pendekatan *Systematic literature review* (SLR) dengan protokol PRISMA secara penuh dan ketat dalam mengkaji kesalahan siswa SMP pada soal cerita geometri bidang datar di konteks Asia Tenggara.

b. Penggunaan *Mixed Methods Appraisal Tool* (MMAT) versi 2018 untuk penilaian kualitas metodologis artikel merupakan pendekatan yang lebih komprehensif dibandingkan penelitian-penelitian parsial sebelumnya.

c. *Koefisien Kappa Cohen* ($\kappa = 0{,}82$) sebagai ukuran inter-rater reliability memberikan validitas yang tinggi pada proses seleksi dan ekstraksi data.

d. Pendaftaran protokol pada *PROSPERO (International Prospective Register of Systematic Reviews)* sebelum pengumpulan data meningkatkan transparansi dan reprodusibilitas penelitian.

2. Kebaruan dari Segi Cakupan dan Sintesis

a. Sintesis sistematis dari 28 artikel (dipilih dari 347 artikel awal) yang mencakup rentang waktu 2015-2025 memberikan gambaran paling komprehensif dan terkini mengenai topik ini.

b. Penelitian ini pertama kali membandingkan secara sistematis pola kesalahan siswa di Indonesia dengan konteks internasional (Malaysia, Filipina, Thailand, Vietnam), sehingga dapat mengidentifikasi faktor spesifik konteks Indonesia.

c. Cakupan empat basis data sekaligus *(Scopus, Google Scholar, ERIC, DOAJ)* dengan strategi pencarian bilingual (Indonesia-Inggris) menghasilkan corpus yang lebih representatif.

3. Kebaruan dari Segi Temuan Teoritis

a. Penelitian ini mengajukan NUANSASI baru terhadap hierarki *Newman Error Analysis* (NEA): ditemukan bahwa kesalahan transformasi (38,7%) lebih dominan daripada kesalahan pemahaman (27,4%), menantang asumsi bahwa pemahaman mendahului transformasi.

b. Temuan gap kompetensi antara pemahaman kontekstual dan kemampuan formalisasi matematis merupakan konstruk baru yang belum secara eksplisit dibahas dalam literatur sebelumnya.

c. Identifikasi bahwa soal gabungan bangun datar memiliki tingkat kesalahan tertinggi (43,2%) memberikan panduan spesifik bagi pengembang kurikulum yang belum tersedia sebelumnya.

d. Konfirmasi empiris keterkaitan Teori Van Hiele dengan pola kesalahan Newman secara lintas studi merupakan kontribusi teoritis baru.

4. Kebaruan dari Segi Implikasi Praktis

a. Rekomendasi konkret tentang *schema-based instruction* (SBI) dikombinasikan dengan representasi visual sebagai respons terhadap dominasi kesalahan transformasi adalah saran berbasis bukti yang belum dikompilasi secara sistematis sebelumnya.

b. Penekanan pada kolaborasi lintas bidang studi (matematika dan bahasa Indonesia) sebagai solusi rendahnya kemampuan mathematical reading comprehension merupakan pendekatan *interdisipliner* yang inovatif.

c. Usulan pengembangan instrumen diagnostik terstandarisasi berbasis temuan SLR untuk digunakan langsung oleh guru kelas merupakan produk baru yang bernilai praktis tinggi.

Soal Cerita

— Geometri Bidang Datar SMP

Soal 1 Trapesium — Luas & Keliling

Pak Budi memiliki sebidang tanah berbentuk **trapesium**. Sisi sejajar tanah tersebut panjangnya **18 meter** dan **10 meter**, sedangkan tingginya **8 meter**. Pak Budi ingin memagari seluruh tanah tersebut. Jika kedua sisi miring trapesium masing-masing sepanjang **10 meter**, berapakah panjang pagar yang dibutuhkan dan berapa luas tanah Pak Budi?

Penyelesaian singkat

Luas

$L = ½ \times (a + b) \times t$

$L = ½ \times (18 + 10) \times 8$

$L = 112\ m^2$

Keliling (panjang pagar)

$K = 18 + 10 + 10 + 10$

$K = 48\ m$

Soal 2 Lingkaran — Jari-jari & Luas

Sebuah taman kota berbentuk **lingkaran** dengan diameter **28 meter**. Di tengah taman tersebut terdapat kolam berbentuk lingkaran berdiameter **7 meter**. Pemerintah kota ingin menanami rumput pada bagian taman di luar kolam. Jika harga rumput Rp20.000,00 per m^2, berapakah biaya yang diperlukan? (gunakan $\pi = 22/7$)

Penyelesaian singkat

Luas taman besar

$r = 14\ m$

$L = 22/7 \times 14^2$

$L = 616\ m^2$

Luas kolam

$r = 3{,}5\ m$

$L = 22/7 \times 3{,}5^2$

$L = 38{,}5\ m^2$

Biaya rumput

$577{,}5 \times Rp20.000 = Rp11.550.000$

Kesulitan Umum Siswa

Memahami soal cerita

Siswa kesulitan mengubah kalimat cerita menjadi model matematika. Informasi seperti "diameter", "tinggi", dan "sisi miring" sering tertukar atau tidak diidentifikasi dengan benar.

Kesalahan rumus

Rumus luas dan keliling sering tertukar. Misalnya, siswa menggunakan rumus keliling padahal yang ditanya luas, atau mencampur rumus trapesium dengan persegi panjang.

Diameter vs. jari-jari

Pada soal lingkaran, banyak siswa langsung memasukkan nilai diameter (28 atau 7) ke rumus tanpa terlebih dahulu membaginya menjadi jari-jari, sehingga hasil perhitungan menjadi empat kali lebih besar.

Konsep luas gabungan

Siswa belum terbiasa dengan konsep pengurangan luas (luas taman − luas kolam). Mereka cenderung hanya menghitung salah satu bagian atau malah menjumlahkan keduanya.

Kesalahan operasi pecahan
Penggunaan $\pi = 22/7$ dan nilai seperti $3{,}5^2$ sering menyebabkan kesalahan perhitungan. Siswa yang lemah dalam operasi pecahan akan terhambat meski sudah mengerti konsep geometrinya.

Langkah akhir (konteks nyata)
Siswa kerap berhenti setelah mendapat luas, lupa mengalikan dengan harga per satuan. Mereka tidak melihat bahwa soal masih meminta satu langkah konversi lagi ke dalam satuan rupiah.

Soal Cerita — Geometri Bidang Datar SMP
Soal 1 :
Pak Budi sedang menandai lapangan futsal dengan cat putih. Dia menaruh 4 tongkat kecil di sudut-sudut lapangan sebagai patokan.
Dit::
1. Apa nama elemen geometri untuk setiap tongkat kecil itu?
2. Garis yang dibentuk antara 2 tongkat disebut apa, kalau kita anggap garisnya punya ujung di kedua tongkat?

Soal 2 :
Sari menggambar segitiga di buku gambarnya. Dia membuat 3 garis yang saling bertemu di ujungnya, sehingga terbentuk 3 sudut di dalam segitiga.
Dit::
1. Berapa titik sudut yang dimiliki segitiga Sari?
2. Jika salah satu sudutnya 90°, apa nama khusus untuk sudut itu?
3. Permukaan buku tempat Sari menggambar termasuk elemen geometri apa?

Jawaban:
1. 1) Titik, 2) Ruas garis
2. 1) 3 titik sudut, 2) Sudut siku-siku, 3) Bidang

Kesulitan Umum Siswa
Memahami soal cerita
Siswa kesulitan mengubah kalimat cerita menjadi model matematika. Informasi seperti "diameter", "tinggi", dan "sisi miring" sering tertukar atau tidak diidentifikasi dengan benar.

Kesalahan rumus
Rumus luas dan keliling sering tertukar. Misalnya, siswa menggunakan rumus keliling padahal yang
Diameter vs. jari-jari
Pada soal lingkaran, banyak siswa langsung memasukkan nilai diameter (28 atau 7) ke rumus tanpa terlebih dahulu membaginya menjadi jari-jari, sehingga hasil perhitungan menjadi empat kali lebih besar.

Konsep luas gabungan
Siswa belum terbiasa dengan konsep pengurangan luas (luas taman − luas kolam). Mereka cenderung hanya menghitung salah satu bagian atau malah menjumlahkan keduanya.

Kesalahan operasi pecahan
Penggunaan $\pi = 22/7$ dan nilai seperti $3{,}5^2$ sering menyebabkan kesalahan perhitungan. Siswa yang lemah dalam operasi pecahan akan terhambat meski sudah mengerti konsep geometrinya.
Langkah akhir (konteks nyata)
Siswa kerap berhenti setelah mendapat luas, lupa mengalikan dengan harga per satuan. Mereka tidak melihat bahwa soal masih meminta satu langkah konversi lagi ke dalam satuan rupiah.

Kedua soal di atas dirancang agar mencakup elemen geometri yang berbeda **trapesium** (sisi sejajar, tinggi, keliling) dan **lingkaran** (jari-jari, luas gabungan) sehingga bisa melatih siswa dari dua sudut pandang sekaligus.

Secara umum, akar dari sebagian besar kesulitan siswa bukan hanya pada geometri itu sendiri, melainkan pada kemampuan membaca dan memodelkan situasi nyata ke dalam matematika. Jika siswa bisa dibiasakan membuat sketsa gambar terlebih dahulu sebelum mengerjakan, banyak kesalahan seperti tertukar diameter/jari-jari atau salah memilih rumus bisa diminimalisir.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini telah menghasilkan sintesis yang komprehensif mengenai kesalahan siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita elemen geometri bidang datar melalui analisis sistematis terhadap 28 studi yang dipublikasikan antara tahun 2015 dan 2025. Berdasarkan hasil analisis, dapat ditarik tiga kesimpulan utama sebagai berikut.

Pertama, jenis kesalahan yang paling dominan dilakukan siswa SMP dalam menyelesaikan soal cerita geometri bidang datar adalah kesalahan transformasi (38,7%), diikuti oleh kesalahan pemahaman (27,4%), kesalahan keterampilan proses (19,6%), dan kesalahan penulisan jawaban (14,3%). Pola hierarki kesalahan ini konsisten di berbagai konteks penelitian yang berbeda, menunjukkan universalitas tantangan yang dihadapi siswa dalam proses translasi dari representasi verbal ke representasi matematis.

Kedua, faktor-faktor utama yang menjadi penyebab kesalahan tersebut mencakup: (1) rendahnya kemampuan pemahaman bacaan matematis; (2) keterbatasan penguasaan konsep geometri dasar; (3) kemampuan representasi matematis yang terbatas; (4) lemahnya kemampuan berpikir aljabar; dan (5) kurangnya kebiasaan memeriksa kembali jawaban. Interaksi antar faktor-faktor ini menciptakan pola kesalahan yang kompleks dan saling menguatkan, sehingga intervensi yang efektif perlu bersifat multi-dimensional.

Ketiga, implikasi pedagogis dari temuan penelitian ini mencakup pentingnya: (a) pembelajaran berbasis skema (schema-based instruction) untuk meningkatkan kemampuan identifikasi struktur masalah; (b) integrasi representasi visual secara eksplisit dalam pembelajaran geometri; (c) pengembangan kemampuan membaca matematis secara kolaboratif lintas bidang studi; dan (d) perancangan asesmen geometri yang kontekstual dan progresif dalam tingkat kompleksitasnya.

Penelitian lanjutan disarankan untuk mengembangkan instrumen diagnostik terstandarisasi berbasis temuan penelitian ini yang dapat digunakan secara praktis oleh guru dalam mengidentifikasi kesalahan siswa secara cepat dan akurat. Studi eksperimental yang menguji efektivitas pendekatan-pendekatan pembelajaran yang terimplementasi dari implikasi penelitian ini juga sangat diperlukan untuk melengkapi basis bukti yang tersedia.

REFERENCES

Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart & Winston.

Boonen, A. J. H., de Koning, B. B., Jolles, J., & van der Schoot, M. (2014). Word problem solving in contemporary math education: A plea for reading comprehension skills training. *Frontiers in Psychology*, *5*, 1–12. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00191

Clements, M. A. (1980). Analysing children's errors on written mathematical tasks. *Educational Studies in Mathematics*, *11*(1), 1–21. https://doi.org/10.1007/BF00369157

Clements, M. A., & Ellerton, N. (1996). *The Newman procedure for analysing errors on written mathematical tasks*. Deakin University Press.

Hong, Q. N., Fàbregues, S., Bartlett, G., Boardman, F., Cargo, M., Dagenais, P., Gagnon, M. P., Griffiths, F., Nicolau, B., O'Cathain, A., Rousseau, M. C., Vedel, I., & Pluye, P. (2018). The mixed methods appraisal tool (MMAT) version 2018 for information professionals and researchers. *Education for Information*, *34*(4), 285–291. https://doi.org/10.3233/EFI-180221

Jitendra, A. K., Nelson, G., Pulles, S. M., Kiss, A. J., & Houseworth, J. (2016). Is mathematical representation of problems an evidence-based strategy for students with mathematics

difficulties? *Exceptional Children*, *83*(1), 8–25. https://doi.org/10.1177/0014402915625062
Jones, K. (2002). Issues in the teaching and learning of geometry. In L. Haggarty (Ed.), *Aspects of Teaching Secondary Mathematics* (pp. 121–139). Routledge Falmer.
Kastolan. (1992). Identifikasi jenis-jenis kesalahan penyelesaian soal matematika. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, *5*(1), 1–12.
Kemendikbudristek. (2023). *Hasil asesmen nasional 2023: Laporan kompetensi matematika siswa SMP*. Pusat Asesmen Pendidikan.
Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Group, T. P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLOS Medicine*, *6*(7). https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097
Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., & Hooper, M. (2016). *TIMSS 2015 International Results in Mathematics*. Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center.
Newman, M. A. (1977). An analysis of sixth-grade pupils' errors on written mathematical tasks. *Victorian Institute for Educational Research Bulletin*, *39*, 31–43.
OECD. (2023). *PISA 2022 Results (Volume I): The State of Learning and Equity in Education*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/53f23881-en
Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*. https://doi.org/10.1136/bmj.n71
Radatz, H. (1979). Error analysis in mathematics education. *Journal for Research in Mathematics Education*, *10*(3), 163–172. https://doi.org/10.5951/jresematheduc.10.3.0163
Singh, P., Rahman, A. A., & Hoon, T. S. (2010). The Newman procedure for analyzing primary four pupils errors on written mathematical tasks: A Malaysian perspective. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, *8*, 264–271. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.036
Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*. University of Chicago.
Van Hiele, P. M. (1986). *Structure and insight: A theory of mathematics education*. Academic Press.
Vilenius-Tuohimaa, P. M., Aunola, K., & Nurmi, J. E. (2008). The association between mathematical word problems and reading comprehension. *Educational Psychology*, *28*(4), 409–426. https://doi.org/10.1080/01443410701708228
White, A. L. (2010). Numeracy, literacy and Newman's error analysis. *Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia*, *33*(2), 129–148.