



Rekonstruksi Makna Belajar Transformasi Geometri Berbasis Perspektif Fenomenologi Siswa

Siti Rukayah¹, Anies Fuady^{2*}

¹ Mahasiswa Pendidikan Matematika, Pascasarjana, Universitas Islam Malang, Malang

² Pendidikan Matematika, Pascasarjana, Universitas Islam Malang, Malang

22502072020@unisma.ac.id

Abstract

Pembelajaran transformasi geometri di sekolah sering kali tereduksi pada pemahaman prosedural yang memicu hambatan epistemologis dan kecemasan eksistensial bagi peserta didik. Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah tentang bagaimana esensi pengalaman subjektif siswa dalam materi transformasi geometri. Penelitian ini bertujuan untuk merekonstruksi esensi pengalaman subjektif siswa dalam mempelajari materi tersebut guna mengisi kesenjangan literatur yang selama ini didominasi oleh kajian kognitif-kuantitatif. Kebaruan penelitian terletak pada pengungkapan dimensi emosional dan *embodied experience* dari perspektif orang pertama. Melalui metode kualitatif dengan desain fenomenologi, data dikumpulkan melalui wawancara mendalam dan observasi partisipatif terhadap peserta didik salah satu Madrasah Aliyah Swasta di Kota Batu. Hasil penelitian menyingkap empat struktur pengalaman utama: (1) kecemasan matematika beroperasi sebagai hambatan pra-reflektif yang memblokade akses kognisi; (2) fenomena *embodied cognition* di mana tubuh dan gestur fisik menjadi jangkar vital dalam abstraksi spasial; (3) terjadinya *silent struggle* atau pergulatan dalam diam akibat intersubjektivitas semu di ruang kelas; serta (4) transformasi ontologis dari ketakutan menuju pemaknaan diri. Simpulan penelitian menegaskan bahwa pembelajaran geometri bukan sekadar peristiwa kognitif, melainkan peristiwa fenomenologis yang menuntut pendekatan pedagogis humanis dengan mengintegrasikan dimensi afektif, tubuh, dan sosial.

Keywords: Geometric Transformation; Phenomenology; Embodied Cognition; Math Anxiety; Learning Experience

Abstrak

The learning of geometric transformations in schools is often reduced to procedural understanding, which triggers epistemological barriers and existential anxiety for students. The research problem of this study concerns the essence of students' subjective experiences in the topic of geometric transformations. This study aims to reconstruct the essence of students' subjective experiences in learning this material to fill the gap in the literature that has long been dominated by cognitive-quantitative studies. The novelty of this research lies in revealing the emotional dimension and embodied experience from a first-person perspective. Through a qualitative method with a phenomenological design, data were collected through in-depth interviews and participatory observation of students at one Private Madrasah Aliyah in Kota Batu. The results of the study reveal four main structures of experience: (1) mathematical anxiety operates as a pre-reflective barrier that blocks access to cognition; (2) the phenomenon of embodied cognition where the body and physical gestures become vital anchors in spatial abstraction; (3) the occurrence of silent struggle due to pseudo intersubjectivity in the classroom; and (4) ontological transformation from fear towards self-meaning. The research conclusion emphasizes that learning geometry is not merely a cognitive event, but a phenomenological event that requires a humanistic pedagogical approach by integrating affective, bodily, and social dimensions.

Kata Kunci: Transformasi Geometri; Fenomenologi; *Embodied Cognition*; Kecemasan Matematika; Pengalaman Belajar

1. PENDAHULUAN [font size 11pt]

Pendidikan matematika memegang peranan sentral dalam sistem pendidikan nasional sebagai instrumen vital untuk mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, kritis, dan sistematis pada peserta didik. Sebagai disiplin ilmu eksakta, matematika menuntut pemahaman konsep yang mendalam dibandingkan sekadar kemampuan menghafal prosedur, sehingga penguasaan dasarnya harus ditanamkan sejak dini agar peserta didik mampu memecahkan masalah kehidupan sehari-hari secara efektif. Namun, realitas di lapangan menunjukkan bahwa matematika sering kali menjadi mata pelajaran yang menakutkan dan sulit dipahami, terutama pada materi transformasi geometri yang membutuhkan kemampuan penalaran spasial tinggi. Ketidakmampuan peserta didik dalam memahami konsep dasar ini sering kali berujung pada kegagalan dalam mengaplikasikan logika matematika pada konteks yang lebih kompleks, menciptakan hambatan epistemologis yang signifikan dalam proses pembelajaran.

Dalam cakupan geometri, transformasi geometri merupakan materi esensial di tingkat Sekolah Menengah Atas yang berfungsi sebagai jembatan antara konsep matematika abstrak dengan fenomena fisik di dunia nyata. Materi ini tidak hanya relevan untuk memecahkan masalah kehidupan sehari-hari, tetapi juga menjadi prasyarat fundamental untuk memahami konsep lanjutan seperti fungsi dan identitas trigonometri. Idealnya, pembelajaran transformasi geometri mampu memfasilitasi siswa untuk tidak sekadar menghafal definisi perpindahan titik koordinat, melainkan memahami esensi perubahan bentuk dan posisi objek secara mendalam melalui eksplorasi dan pembuktian. Akan tetapi, terdapat kesenjangan antara kondisi ideal tersebut dengan praktik pembelajaran yang cenderung satu arah dan didominasi oleh metode ceramah, sehingga menghambat partisipasi aktif siswa dalam mengonstruksi pengetahuannya sendiri.

Secara spesifik, permasalahan utama yang dihadapi peserta didik dalam materi ini adalah kesulitan konseptual yang akut dalam membedakan jenis-jenis transformasi geometri, yakni translasi (pergeseran), refleksi (pencerminan), rotasi (perputaran), dilatasi (perkalian), serta komposisi transformasi. Kesulitan ini bersumber dari lemahnya kemampuan representasi visual peserta didik dan minimnya pemahaman terhadap sifat-sifat matematis dari setiap jenis transformasi tersebut. Banyak peserta didik mengalami kebingungan dalam mengidentifikasi arah, tanda positif-negatif, serta sifat isometri antar transformasi akibat absennya media visual yang memadai untuk menjembatani pemahaman abstrak menuju konkret. Akibatnya, pemahaman mereka sering kali berhenti pada tahap prosedural tanpa menyentuh level pemahaman relasional yang diperlukan untuk memecahkan masalah geometri yang kompleks.

Untuk membedah kompleksitas permasalahan tersebut, diperlukan landasan filosofis yang mampu melihat proses pembelajaran sebagai sebuah pengalaman eksistensial manusia, yakni melalui kacamata **Fenomenologi**. Filsafat fenomenologi memandang pendidikan bukan sekadar transfer pengetahuan (banking education) di mana siswa adalah wadah pasif, melainkan sebuah proses dialogis di mana peserta didik secara aktif memaknai pengalamannya. Dalam konteks transformasi geometri, fenomenologi relevan untuk menggali bagaimana peserta didik mengalami fenomena belajar tersebut dalam kesadaran langsungnya—bagaimana mereka merasakan kesulitan, menafsirkan simbol matematika, dan berinteraksi secara emosional dengan materi. Pendekatan ini selaras dengan teori belajar konstruktivis dan pandangan Van Hiele yang menekankan bahwa pemahaman geometri dibangun melalui tahapan berpikir yang hierarkis, mulai dari visualisasi hingga rigor, yang harus dialami secara sadar oleh peserta didik.

Berbagai penelitian terdahulu dalam kurun waktu lima tahun terakhir telah berupaya mengkaji problematika ini, namun dengan fokus yang beragam. Studi oleh Rahayu (2020) menyoroti implementasi RPP yang belum mengakomodasi keaktifan siswa akibat keterbatasan waktu dan fasilitas. Sementara itu, Sholehah et al. (2021) menemukan bahwa ketidaksesuaian gaya belajar siswa menjadi pemicu utama miskONSEPSI. Lebih lanjut, Wantah, & Prastyo (2022) mengidentifikasi hambatan didaktis dan epistemologis berupa kurangnya penguatan konsep garis dan sudut. Di sisi lain, Husna & Azhari (2024) serta Sitanggang (2024) menekankan pentingnya tahapan berpikir Van Hiele dan bantuan visual untuk mengatasi kesulitan prosedural. Meskipun studi-studi ini memberikan kontribusi penting dalam memetakan jenis kesalahan dan faktor penyebabnya, mayoritas masih terpaku pada penilaian capaian akademik secara kognitif-kuantitatif tanpa menyentuh kedalaman pengalaman subjektif siswa.

Berdasarkan tinjauan literatur tersebut, terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang nyata, di mana belum banyak studi yang mengeksplorasi dimensi pengalaman subjektif peserta didik secara utuh dalam mempelajari transformasi geometri melalui pendekatan kualitatif fenomenologi. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada upayanya untuk mengungkap makna belajar matematika dari perspektif orang pertama (siswa), yang meliputi interaksi emosional, strategi coping terhadap kesulitan, dan pemaknaan sosial di dalam kelas. Penelitian ini tidak hanya berhenti pada identifikasi kesalahan konsep, tetapi melangkah lebih jauh untuk memahami bagaimana perasaan takut, percaya diri, atau interaksi dengan guru membentuk realitas belajar siswa, menawarkan perspektif yang lebih humanis dibandingkan studi-studi sebelumnya yang berorientasi pada hasil.

Oleh karena itu, penelitian ini dirancang untuk menjawab rumusan masalah mengenai bagaimana struktur pengalaman belajar peserta didik dalam memahami konsep transformasi geometri. Tujuan utama penelitian adalah mengungkap esensi pengalaman tersebut secara mendalam, dengan fokus pada pemaknaan siswa terhadap materi, interaksi kelas, dan hambatan yang dialami. Hasil penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi ilmiah yang signifikan bagi pengembangan teori filsafat

pendidikan matematika, khususnya dalam memperkaya pemahaman bahwa pembelajaran transformasi geometri tidak hanya merupakan peristiwa kognitif, melainkan juga peristiwa fenomenologis yang melibatkan dimensi emosional dan sosial yang tak terpisahkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain fenomenologi, sebuah metode yang dipilih secara strategis untuk menjembatani kesenjangan penelitian (*research gap*) yang signifikan di mana eksplorasi terhadap dimensi pengalaman subjektif peserta didik dalam pembelajaran transformasi geometri masih minim dilakukan. Berbeda dengan pendekatan kuantitatif yang berorientasi pada hasil dan sering kali mereduksi kompleksitas belajar menjadi angka, fenomenologi dalam penelitian ini difungsikan untuk menyelami kedalaman kesadaran manusia. Kebaruan (*novelty*) penelitian terletak pada upaya membongkar struktur pengalaman belajar dari perspektif orang pertama, yakni peserta didik, yang meliputi dinamika interaksi emosional, strategi coping saat menghadapi kesulitan abstraksi ruang, serta pemaknaan sosial yang terbentuk di dalam kelas. Dengan demikian, penelitian ini tidak sekadar mengidentifikasi kesalahan konsep, melainkan menawarkan perspektif humanis untuk memahami bagaimana perasaan takut, rasa percaya diri, atau interaksi intersubjektif dengan guru membentuk realitas belajar peserta didik. Pendekatan ini relevan untuk menjawab rumusan masalah mengenai struktur pengalaman belajar dan mencapai tujuan utama penelitian, yaitu mengungkap esensi pengalaman tersebut guna memperkaya teori filsafat pendidikan matematika yang memandang pembelajaran bukan hanya sebagai peristiwa kognitif, tetapi juga peristiwa fenomenologis yang utuh.

Partisipan dalam penelitian ini ditentukan melalui teknik *purposive sampling*, dengan sumber data primer adalah peserta didik kelas XI di salah satu Madrasah Aliyah Swasta Kota Batu yang telah menuntaskan pembelajaran materi transformasi geometri. Pemilihan subjek ini didasarkan pada pertimbangan bahwa mereka memiliki pengalaman langsung (*lived experience*) dan memori yang cukup segar terkait fenomena yang diteliti, sehingga mampu merefleksikan pengalaman tersebut secara retrospektif. Selain itu, guru mata pelajaran matematika dilibatkan sebagai sumber data sekunder untuk memberikan perspektif pedagogis dan kontekstual yang melengkapi narasi peserta didik. Kombinasi kedua sumber data ini dimaksudkan untuk menangkap fenomena secara holistik, memastikan bahwa data yang diperoleh tidak hanya bersifat tunggal dari satu sudut pandang, melainkan terverifikasi melalui berbagai lapisan interaksi dalam ekosistem kelas.

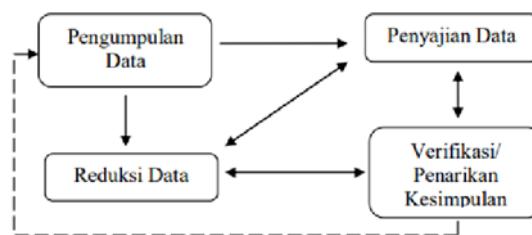
Teknik pengumpulan data dilakukan secara triangulatif yang meliputi wawancara mendalam (*in-depth interview*), observasi partisipatif, dan dokumentasi. Wawancara mendalam menjadi instrumen utama untuk menggali struktur kesadaran peserta didik, memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi makna di balik kata-kata, emosi yang menyertai jawaban, serta latar belakang filosofis dari kesulitan yang mereka alami dalam memvisualisasikan konsep translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi. Observasi

partisipatif dilakukan untuk mengamati interaksi sosial dan bahasa tubuh peserta didik saat pembelajaran berlangsung, menangkap dimensi tak terucap (*tacit knowledge*) seperti keraguan saat memegang alat tulis atau antusiasme saat berdiskusi. Sementara itu, dokumentasi hasil kerja peserta didik digunakan untuk melacak jejak kognitif yang merepresentasikan pemahaman mereka. Seluruh teknik ini dijalankan dengan sensitivitas tinggi terhadap nuansa filosofis matematika, di mana setiap respons peserta didik dipandang sebagai manifestasi dari cara mereka ada dan mengada dalam dunia matematika.

Tabel 1. Metode pengumpulan data

Partisipan	Wawancara	Observasi	Dokumentasi
Guru	✓	✓	✓
Siswa	✓	✓	✓

Analisis data dilaksanakan menggunakan model interaktif Miles, Huberman, dan Saldana yang diadaptasi dengan kedalaman analisis fenomenologis, mencakup tahapan kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pada tahap kondensasi, data mentah direduksi bukan sekadar untuk mencari pola umum, melainkan untuk melakukan *epoché* atau penundaan penilaian, sehingga esensi pengalaman peserta didik dapat muncul secara otentik tanpa bias praduga peneliti. Tahap penyajian data dilakukan secara naratif-deskriptif yang padat, menyusun kembali fragmen-fragmen pengalaman emosional dan kognitif siswa menjadi sebuah struktur utuh yang bermakna. Proses penarikan kesimpulan difokuskan pada sintesis makna untuk menjawab bagaimana filsafat matematika bekerja dalam benak siswa, baik sebagai hambatan epistemologis maupun sebagai sarana pengembangan diri. Validitas data dijaga ketat melalui triangulasi sumber dan metode, guna memastikan bahwa temuan yang dihasilkan memiliki kredibilitas ilmiah dan kepadatan makna yang mampu berkontribusi pada pengembangan teori pendidikan matematika.



Gambar 2. Alur Model Analisis Data Kualitatif

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

Bagian ini memaparkan temuan penelitian yang digali melalui pendekatan kualitatif dengan desain fenomenologi. Pemilihan metode ini didasarkan pada urgensi untuk menjembatani kesenjangan penelitian (*research gap*) yang nyata, di mana literatur yang ada belum banyak mengeksplorasi dimensi pengalaman subjektif peserta didik secara utuh dalam pembelajaran transformasi geometri. Berbeda dengan pendekatan kuantitatif yang cenderung mereduksi kompleksitas belajar menjadi angka, penelitian ini difungsikan untuk menyelami kedalaman kesadaran manusia. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada upaya radikal untuk mengungkap makna belajar matematika dari perspektif orang pertama (peserta didik), yang meliputi interaksi emosional, strategi coping terhadap kesulitan, serta pemaknaan sosial di dalam kelas.

Temuan yang disajikan tidak berhenti pada identifikasi kesalahan konsep semata, melainkan melangkah lebih jauh untuk memahami bagaimana perasaan takut, rasa percaya diri, atau interaksi intersubjektif dengan guru membentuk realitas belajar peserta didik, menawarkan perspektif yang lebih humanis dibandingkan studi-studi terdahulu yang berorientasi pada hasil. Sesuai dengan tujuan penelitian, paparan hasil ini disusun untuk mengungkap esensi pengalaman belajar sebagai peristiwa fenomenologis yang melibatkan dimensi emosional dan sosial yang tak terpisahkan. Data yang diperoleh dari wawancara mendalam dan observasi partisipatif diklasifikasikan ke dalam empat struktur pengalaman utama sebagai berikut.

3.1 Dimensi Afektif: Persepsi Awal dan Kecemasan Eksistensial

Pengalaman belajar peserta didik tidak dimulai saat materi diajarkan, melainkan saat konsep tersebut hadir dalam kesadaran mereka. Tabel berikut memetakan respons psikologis siswa terhadap istilah geometri yang memicu ketegangan pra-reflektif sebelum proses kognitif berlangsung.

Tabel 3.1 Persepsi Awal & Kondisi Psikologis

Fokus & Indikator Fenomenologis	Temuan Lapangan (Peserta didik, Guru, dan Observasi)
Persepsi & Kecemasan Awal	<p>Peserta didik: Merasa takut dan terbebani sebelum memulai. Geometri dipersepsikan sebagai kumpulan gambar rumit yang membingungkan.</p> <p>Guru: Mengamati adanya fenomena kalah sebelum berperang; peserta didik terlihat tegang hanya dengan melihat judul bab.</p> <p>Observasi: Bahasa tubuh siswa menunjukkan keraguan (menunduk, ragu menyiapkan alat tulis), menciptakan atmosfer ketegangan (<i>tension</i>) di kelas.</p>

Berdasarkan Tabel 3.1 terungkap bahwa pengalaman pertama peserta didik terhadap transformasi geometri didominasi oleh kecemasan eksistensial. Narasi peserta didik yang merasa takut dan persepsi guru mengenai kondisi mental siswa yang kalah sebelum berperang mengindikasikan bahwa geometri hadir sebagai fenomena yang mengintimidasi. Data observasi memperkuat hal ini, di mana gestur fisik peserta didik

seperti menunduk dan keraguan saat memegang penggaris, bukanlah sekadar ketidaksiapan teknis, melainkan manifestasi dari ketakutan akan kegagalan dalam menghadapi abstraksi ruang yang belum mereka pahami.

3.2 Dimensi Kognitif-Tubuh: Kesulitan Konseptual dan *Embodied Cognition*

Setelah melewati fase persepsi awal, peserta didik berhadapan dengan benturan realitas saat mencoba memanipulasi objek geometri. Tabel berikut menyoroti bagaimana kesulitan kognitif tersebut tidak hanya terjadi di dalam pikiran, tetapi juga terwujud dalam gerakan fisik (*embodied cognition*) sebagai upaya menjembatani pemahaman.

Tabel 3. 2 Dinamika Pembelajaran & Kesulitan Konseptual

Fokus & Indikator Fenomenologis	Temuan Lapangan (Peserta didik, Guru, dan Observasi)
Kesulitan Konseptual: Translasi & Refleksi	Peserta didik: Mengalami disorientasi visual pada refleksi; sering tertukar antara sumbu X dan Y, serta kesulitan membayangkan letak bayangan tanpa bantuan koordinat. Guru: Peserta didik terjebak pada hafalan rumus tanda positif-negatif tanpa memahami konsep jarak titik ke cermin. Observasi: Adanya gestur kognitif (menggunakan jari menunjuk arah bayangan) dan banyaknya bekas hapusan pada lembar kerja yang menandakan keraguan visual.
Kesulitan Konseptual: Rotasi & Dilatasi	Peserta didik: Frustrasi menentukan arah rotasi (searah/berlawanan jarum jam) dan mengalami kebingungan pada dilatasi dengan faktor skala negatif. Guru: Lemahnya abstraksi spasial menyebabkan peserta didik bergantung pada rumus matriks; jika lupa rumus, proses berpikir terhenti. Observasi: Hampir 70% siswa memutar buku/kertas secara fisik (mental rotation gagal) dan menunjukkan ekspresi bingung seperti menggaruk kepala.

Data pada Tabel 3.2 memperlihatkan bahwa hambatan terbesar peserta didik terletak pada ketidakmampuan melakukan manipulasi mental (*mental rotation*). Pada materi refleksi, siswa mengalami kegagalan visualisasi posisi bayangan, yang dikonfirmasi oleh temuan guru bahwa peserta didik hanya menghafal rumus tanpa memahami esensi spasialnya. Menariknya, observasi lapangan menemukan fenomena di mana peserta didik harus memutar buku atau menggunakan jari tangan mereka untuk menirukan gerakan objek; hal ini membuktikan bahwa kognisi mereka masih sangat bergantung pada manipulasi konkret fisik untuk memahami konsep rotasi yang abstrak.

3.3 Dimensi Sosial: Intersubjektivitas dan *Silent Struggle*

Pembelajaran matematika tidak terjadi dalam ruang hampa, melainkan dalam ekosistem sosial yang kompleks. Tabel di bawah ini mengungkap paradoks interaksi kelas, di mana keheningan peserta didik justru menyimpan dinamika rasa takut, rasa malu, dan strategi bertahan yang intens.

Tabel 3.3 Interaksi Sosial & Emosional

Fokus & Indikator Fenomenologis	Temuan Lapangan (Siswa, Guru, dan Observasi)
Interaksi Sosial & Emosional	<p>Peserta didik: Memilih diam karena takut dianggap bodoh (social judgment). Lebih nyaman bertanya pada teman sebangku (zona aman).</p> <p>Guru: Mengalami kesulitan memancing interaksi dua arah di forum umum. Interaksi bermakna baru terjadi saat guru melakukan pendekatan personal ke meja peserta didik.</p> <p>Observasi: Fenomena silent struggle; tidak ada yang angkat tangan di forum umum, namun interaksi aktif terjadi secara sembunyi-sembunyi (bisik-bisik) atau saat interaksi privat dengan guru.</p>

Tabel 3.3 menyingkap adanya fenomena *silent struggle* atau pergulatan dalam diam yang dialami peserta didik. Keengganan peserta didik untuk bertanya secara terbuka bukan disebabkan oleh ketiadaan masalah, melainkan dikonstruksi oleh ketakutan sosial akan penghakiman teman sebaya dan rasa rendah diri. Temuan ini menegaskan bahwa rasa aman psikologis (*psychological safety*) adalah prasyarat mutlak bagi terjadinya dialog pedagogis. Peserta didik hanya berani mengungkapkan kebingungan esensial mereka seperti letak titik pusat rotasi ketika interaksi dilakukan secara privat atau dalam lingkup teman sebangku yang dirasa aman.

3.4 Dimensi Reflektif: Pemaknaan Pasca-Pembelajaran (*Meaning-Making*)

Puncak dari pengalaman fenomenologis adalah bagaimana peserta didik memaknai kembali seluruh proses yang telah dilalui. Tabel terakhir ini menggambarkan transformasi ontologis siswa, dari sekadar pengejar nilai akademik menjadi individu yang mulai menghargai estetika dan filosofi matematika.

Tabel 3.4 Pemaknaan & Refleksi Diri

Fokus & Indikator Fenomenologis	Temuan Lapangan (Peserta didik, Guru, dan Observasi)
Meaning-Making (Pemaknaan)	<p>Peserta didik: Mengalami pergeseran orientasi dari sekadar nilai menjadi kepuasan intelektual. Menyadari perlunya ketelitian dan imajinasi dalam melihat pola.</p> <p>Guru: Berharap siswa memahami filosofi konsistensi (perubahan posisi tidak mengubah bentuk).</p> <p>Observasi: Perubahan atmosfer kelas dari tegang menjadi cair; peserta didik tersenyum lega saat berhasil menyelesaikan tantangan dan mulai menginternalisasi istilah matematika dalam percakapan santai.</p>

Sebagaimana tertera pada Tabel 5, hasil akhir dari pembelajaran transformasi geometri melampaui sekadar capaian kognitif. Terdapat pergeseran makna yang signifikan: peserta didik yang awalnya memandang matematika sebagai beban, kini

merasakan kepuasan batin saat mampu menaklukkan soal yang kompleks, serta menyadari bahwa matematika melatih ketelitian dan imajinasi. Indikator keberhasilan yang paling subtil terlihat dari observasi pasca-kelas, di mana peserta didik mulai menggunakan istilah translasi dalam konteks bercanda; hal ini menandakan bahwa konsep yang semula asing dan menakutkan telah terinternalisasi menjadi bagian dari pengalaman hidup mereka sehari-hari.

PEMBAHASAN

1. Kecemasan sebagai Hambatan Epistemologis Pra-Reflektif

Analisis mendalam terhadap dimensi afektif menunjukkan bahwa kecemasan matematika (*mathematical anxiety*) yang dialami peserta didik dalam materi transformasi geometri bukan sekadar respons reaktif terhadap kesulitan soal, melainkan beroperasi sebagai hambatan epistemologis yang bersifat pra-reflektif. Temuan lapangan yang menggambarkan kondisi peserta didik kalah sebelum berperang mengindikasikan bahwa ketegangan psikologis telah memblokade akses kognitif bahkan sebelum proses penalaran logis dimulai. Fenomena ini menegaskan bahwa dalam kesadaran fenomenologis peserta didik, geometri tidak hadir sebagai objek matematis yang netral, melainkan sebagai fenomena yang mengancam (*threatening phenomenon*) yang memicu mekanisme pertahanan diri berupa penolakan mental.

Secara lebih spesifik, paralisis kognitif yang teramat melalui bahasa tubuh seperti menunduk, keraguan memegang alat tulis, dan tatapan kosong yang menunjukkan adanya pengalihan sumber daya memori kerja (*working memory*) secara masif. Alih-alih digunakan untuk visualisasi spasial, kapasitas otak peserta didik terkuras untuk mengelola regulasi emosi akibat rasa takut. Akibatnya, ketidakmampuan siswa dalam menyelesaikan soal transformasi geometri sering kali bukan disebabkan oleh defisit intelektual atau kurangnya pemahaman konsep dasar, melainkan karena tertutupnya gerbang persepsi oleh kabut kecemasan yang menebal, sehingga instruksi guru tidak dapat diproses menjadi pemahaman yang bermakna.

Dalam diskursus akademik terkini, temuan ini sejalan namun sekaligus memperdalam argumen yang diajukan oleh Susanto dan Retnawati (2021) dalam *Journal of Physics: Conference Series*, yang menyatakan bahwa kecemasan matematika memiliki korelasi negatif yang kuat dengan kemampuan pemecahan masalah. Namun, penelitian ini melangkah lebih jauh dengan membantah asumsi Putra et al. (2020) dalam *International Journal of Instruction* (Scopus Q2), yang berpendapat bahwa kecemasan dalam kadar sedang justru dapat meningkatkan fokus (hukum Yerkes-Dodson). Sebaliknya, data fenomenologis dalam studi ini menunjukkan bahwa dalam konteks geometri yang membutuhkan abstraksi tinggi, kecemasan sekecil apa pun cenderung mendisrupsi kemampuan visualisasi mental, bukan meningkatkannya.

Di sisi lain, perdebatan muncul ketika disandingkan dengan temuan Ramirez et al. (2019) pada jurnal *Nature Human Behaviour*, yang menekankan faktor neurokognitif sebagai penyebab utama kegagalan matematika. Penelitian ini menolak determinisme biologis tersebut dan lebih berpihak pada pandangan Nuraeni & Lubah (2022) dalam

jurnal Sinta 2, yang melihat kecemasan sebagai konstruksi sosial yang terbentuk dari pengalaman traumatis masa lalu di kelas. Dukungan terhadap perspektif ini juga ditemukan dalam studi Lau et al (2023) di *Educational Psychology Review* (Scopus Q1), yang menegaskan bahwa math trauma menciptakan dinding epistemologis yang lebih sulit ditembus daripada sekadar kesulitan materi itu sendiri.

Lebih lanjut, temuan ini memberikan kontra-narasi terhadap studi Wijaya (2020) yang menyarankan *drill and practice* sebagai solusi utama mengatasi kesulitan belajar. Berdasarkan realitas fenomenologis yang ditemukan, pemberian latihan soal secara intensif kepada siswa yang sedang mengalami kecemasan eksistensial justru akan memperparah kondisi mental mereka. Hal ini didukung oleh argumen Fitzgerald & Huang (2022) dalam *International Journal of Science and Mathematics Education*, yang menyebutkan bahwa intervensi kognitif tidak akan efektif tanpa didahului oleh pemulih ranasa aman psikologis (*psychological safety*). Oleh karena itu, pendekatan mekanistik dalam pembelajaran transformasi geometri terbukti tidak relevan jika dimensi afektif belum tertangani.

Berdasarkan paparan di atas, penelitian ini telah berhasil menjawab rumusan masalah terkait struktur pengalaman awal peserta didik, dengan menegaskan bahwa kecemasan adalah pintu gerbang yang menentukan keberhasilan atau kegagalan proses belajar selanjutnya. Penulis menyimpulkan bahwa pengabaian terhadap kondisi prareflektif ini merupakan kesalahan fundamental dalam praktik pedagogi konvensional. Urgensi dari temuan ini terletak pada perlunya reorientasi fokus pengajaran, dari yang semula hanya mementingkan transfer materi, menjadi pendekatan yang memprioritaskan kesiapan mental dan reduksi kecemasan sebagai prasyarat mutlak pembelajaran.

Kontribusi ilmiah yang ditawarkan penelitian ini bagi pengembangan filsafat pendidikan matematika adalah pengukuhan konsep bahwa kognisi tidak terpisah dari emosi. Temuan ini mengisi kesenjangan literatur dengan membuktikan bahwa hambatan belajar geometri tidak selalu bersifat kognitif-teknis, melainkan sering kali bersifat afektif-eksistensial. Dengan demikian, guru dan praktisi pendidikan didorong untuk tidak hanya menjadi pengajar logika, tetapi juga fasilitator yang mampu meruntuhkan tembok kecemasan epistemologis, menjadikan matematika sebagai ruang yang ramah bagi eksplorasi intelektual siswa.

2. *Embodied Cognition*: Tubuh sebagai Jangkar Abstraksi

Temuan mengenai fenomena *embodied cognition* dalam penelitian ini menyingkap realitas bahwa tubuh peserta didik memegang peranan vital sebagai jangkar dalam proses abstraksi matematika. Observasi terhadap gestur fisik peserta didik seperti memutar buku, menunjuk arah bayangan dengan jari, hingga memiringkan kepala saat mengamati rotasi, bukanlah sekadar gerakan tanpa makna, melainkan manifestasi eksternalisasi proses berpikir. Hal ini menunjukkan bahwa kognisi peserta didik tidak sepenuhnya terjadi di dalam kepala (otak) yang terisolasi, tetapi tersebar melalui interaksi sensori-motorik dengan lingkungan fisik. Tubuh menjadi jembatan ontologis

yang menghubungkan konsep abstrak rotasi dan refleksi dengan realitas konkret yang dapat diindera.

Secara analitis, ketergantungan peserta didik pada manipulasi fisik ini menandakan bahwa pemaksaan abstraksi murni secara prematur dalam kurikulum transformasi geometri sering kali memutus rantai pemahaman alami peserta didik. Kegagalan melakukan rotasi mental (*mental rotation*) tanpa bantuan alat peraga atau gerakan tubuh membuktikan bahwa pemahaman geometri dibangun secara bertahap dari pengalaman tubuh (*lived body*) menuju konseptualisasi mental. Ketika siswa dilarang atau tidak difasilitasi untuk menggunakan tubuhnya dalam belajar, mereka kehilangan pijakan intuitif yang diperlukan untuk membangun struktur logika spasial yang kokoh.

Dalam lanskap penelitian internasional, temuan ini memperkuat argumen Nathan et al (2021) dalam *Learning, Media and Technology* (Scopus Q1) yang menyatakan bahwa *gesture* adalah cognitive offloading yang esensial dalam pembelajaran STEM. Pendapat ini sekaligus menantang dominasi pandangan Platonis dalam pendidikan matematika konvensional, sebagaimana dikritik oleh Hidayat dan Rohmah (2020) di jurnal Sinta 2, yang sering kali menganggap matematika sebagai aktivitas mental murni yang harus bebas dari unsur fisik. Penelitian ini membuktikan bahwa pandangan yang memisahkan tubuh dan pikiran (*Cartesian dualism*) justru menghambat proses konstruksi pengetahuan peserta didik.

Namun, terdapat perdebatan menarik jika disandingkan dengan studi Novita et al. (2022) yang berfokus pada efektivitas penggunaan *software* geometri dinamis (seperti GeoGebra). Sementara Novita berargumen bahwa teknologi digital dapat menggantikan manipulasi fisik, temuan penelitian ini justru mendukung tesis Walkington C dan Bernacki (2020) dalam *Educational Researcher*, yang menekankan bahwa pengalaman fisik langsung (*tactile experience*) memberikan memori otot (*muscle memory*) yang lebih bertahan lama dibandingkan manipulasi virtual di layar. Interaksi tubuh dengan benda nyata memberikan sensasi kedalaman dan orientasi ruang yang sering kali absen dalam representasi dua dimensi pada layar komputer.

Selain itu, temuan ini juga memberikan sanggahan terhadap kurikulum yang terlalu cepat beralih ke pendekatan aljabar (matriks) dalam mengajarkan transformasi geometri, sebuah tren yang dikritisi pula oleh Suryadi (2023) dalam *Jurnal Pendidikan Matematika* (Sinta 2). Suryadi menyebutkan bahwa pendekatan aljabar sering kali mereduksi makna geometri menjadi sekadar operasi aritmatika. Penelitian ini mengonfirmasi pandangan tersebut dengan menunjukkan data bahwa siswa yang hanya menghafal rumus matriks cenderung mengalami kebingungan konseptual yang lebih parah dibandingkan siswa yang mencoba memvisualisasikan pergerakan objek dengan bantuan gestur tubuh.

Penulis menegaskan bahwa penelitian ini telah menjawab tujuan untuk mengungkap esensi pengalaman belajar peserta didik, yakni bahwa pemahaman geometri adalah proses yang menubuh (*embodied*). Melalui paparan ini, penelitian memberikan koreksi terhadap praktik pembelajaran yang cenderung mengebiri peran

tubuh. Urgensi temuan ini terletak pada perlunya legitimasi pedagogis terhadap penggunaan gestur dan manipulasi fisik di dalam kelas, bukan sebagai tanda ketidakmampuan berpikir abstrak, melainkan sebagai strategi kognitif yang sah dan canggih untuk menjembatani dunia konkret dan abstrak.

Kontribusi utama penelitian ini bagi khazanah keilmuan adalah penawaran perspektif fenomenologis Merleau-Ponty dalam praksis pendidikan matematika modern. Jika sebelumnya tubuh dianggap sebagai distraksi dalam aktivitas intelektual, hasil penelitian ini menempatkan tubuh kembali ke posisi sentral sebagai *vehicle of being in the world*. Implikasinya, desain pembelajaran transformasi geometri di masa depan harus menyediakan ruang bagi eksplorasi kinestetik, mengakui bahwa sebelum siswa dapat memutar objek di dalam benaknya, mereka harus diizinkan untuk memutarnya dengan tangan mereka.

3. Intersubjektivitas Semu dan Politik Ruang Kelas

Dinamika interaksi sosial yang terungkap dalam penelitian ini menyoroti fenomena intersubjektivitas semu (*pseudo-intersubjectivity*), di mana keheningan kelas tidak mencerminkan pemahaman kolektif, melainkan sebuah strategi bertahan hidup di tengah politik ruang kelas yang intimidatif. Paradoks *silent struggle* atau pergulatan dalam diam menunjukkan bahwa ruang kelas matematika sering kali gagal menjadi ruang publik yang demokratis. Interaksi bermakna justru tergeser ke ruang-ruang privat (bisik-bisik antar teman) karena forum kelas dirasakan sebagai arena penghakiman sosial (*social judgment*) yang berisiko tinggi bagi harga diri siswa.

Analisis lebih jauh menyingkap bahwa relasi kuasa antara guru dan peserta didik, serta antar sesama peserta didik, menciptakan budaya di mana kesalahan dianggap sebagai aib alih-alih peluang belajar. Keengganan peserta didik untuk mengajukan pertanyaan mendasar di depan umum dikonstruksi oleh ketakutan akan label bodoh atau lambat. Hal ini menciptakan ilusi ketertiban semu, di mana guru merasa pengajarannya lancar karena tidak ada interupsi, padahal di balik keheningan tersebut terdapat gejolak ketidakpahaman yang masif. Intersubjektivitas yang sejati, yakni pertukaran makna yang tulus, terhambat oleh ketiadaan rasa aman psikologis.

Temuan ini memberikan dukungan empiris terhadap teori Boaler dan Sengupta-Irving, (2019) yang dipublikasikan dalam *Journal of the Learning Sciences* (Scopus Q1), yang menekankan pentingnya *equitable teaching* untuk meruntuhkan hierarki status di kelas matematika. Hal ini juga memperkuat hasil studi nasional oleh Wibowo (2021) di jurnal Sinta 2, yang menemukan bahwa budaya malu bertanya di Indonesia berakar kuat pada ketakutan akan sanksi sosial. Namun, penelitian ini menyanggah asumsi Setiawan (2020) yang menyatakan bahwa keaktifan peserta didik semata-mata bergantung pada model pembelajaran kooperatif. Data menunjukkan bahwa model apa pun akan gagal jika struktur sosial kelas masih memelihara rasa takut.

Dalam perbandingan dengan literatur lain, penelitian ini menawarkan perspektif berbeda dari studi Li dan Schoenfeld (2019) yang lebih menyoroti aspek diskursus kognitif dalam interaksi kelas. Penelitian ini justru berargumen, sejalan dengan Radford, (2020) dalam *Educational Studies in Mathematics*, bahwa dimensi etis dan emosional

dalam interaksi jauh lebih fundamental. Radford berpendapat bahwa pembelajaran adalah proses berada bersama (*being with*), dan penelitian ini mengonfirmasi bahwa ketika rasa kebersamaan itu rusak oleh kompetisi atau penghakiman, maka proses kognitif pun akan terhenti.

Lebih lanjut, temuan tentang zona aman bersama teman sebangku menantang kebijakan pengelompokan peserta didik yang sering kali diatur secara acak oleh guru demi heterogenitas, sebagaimana disarankan oleh Slavin (2019). Hasil observasi penelitian ini menyarankan bahwa dalam konteks budaya tertentu, homogenitas emosional (duduk dengan teman yang dipercaya) justru lebih efektif dalam memfasilitasi *scaffolding* sejawat (*peer scaffolding*) dibandingkan kelompok yang dipaksakan. Rasa percaya (*trust*) terbukti menjadi variabel kunci yang melampaui kompetensi akademik dalam memicu diskusi produktif.

Penulis menyimpulkan bahwa penelitian ini telah berhasil menjawab permasalahan mengenai hambatan interaksi di kelas dengan mengungkap akar masalahnya pada defisit keamanan psikologis. Kontribusi penelitian ini adalah dekonstruksi terhadap mitos kelas yang tenang adalah kelas yang kondusif. Urgensi dari temuan ini mendorong para pendidik untuk mere definisi peran mereka, bukan hanya sebagai penyampai materi, tetapi sebagai arsitek sosial yang bertugas menciptakan ruang aman di mana kesalahan dirayakan sebagai bagian integral dari proses penemuan kebenaran.

Sebagai penutup bagian ini, penelitian memberikan sumbangsih teoritis dengan mengintegrasikan perspektif sosiologis ke dalam pendidikan matematika. Pembelajaran transformasi geometri yang penuh tantangan visual memerlukan kolaborasi intersubjektif yang otentik. Tanpa perbaikan pada iklim sosial kelas yang menjamin kebebasan berekspresi tanpa rasa takut, metode pembelajaran secanggih apa pun akan terbentur pada tembok kebisuan peserta didik, dan transformasi pendidikan matematika yang humanis hanya akan menjadi utopia belaka.

4. Transformasi Ontologis: Dari Ketakutan Menuju Pemaknaan Diri

Puncak dari temuan penelitian ini adalah terungkapnya dimensi reflektif yang menandai transformasi ontologis dalam diri peserta didik. Proses belajar transformasi geometri tidak berhenti pada penguasaan teknis memindahkan titik koordinat, melainkan berujung pada perubahan cara peserta didik memandang diri mereka sendiri dan dunia (*self-concept*). Pergeseran dari perasaan terasing dan cemas menuju kepuasan intelektual saat berhasil memecahkan masalah membuktikan bahwa matematika memiliki daya formatif terhadap karakter. Peserta didik mulai menginternalisasi nilai-nilai filosofis seperti konsistensi (invariansi) dan ketelitian, menjadikan matematika sebagai sarana pemaknaan diri (*meaning-making*) yang eksistensial.

Secara komprehensif, fenomena aha moment yang diikuti dengan senyum lega dan penggunaan istilah matematika dalam percakapan santai menandakan bahwa materi telah terintegrasi ke dalam struktur pengalaman hidup peserta didik. Matematika tidak lagi dipandang sebagai entitas asing yang menindas, melainkan sebagai alat berpikir yang memberdayakan. Pemaknaan ini melampaui orientasi pragmatis sekadar mengejar

nilai ujian, bergerak menuju apresiasi estetis terhadap keteraturan pola dan logika. Ini adalah manifestasi tertinggi dari pendidikan, di mana pengetahuan menyatu dengan subjek yang mengetahui.

Temuan ini sejalan dengan gerakan *rehumanizing mathematics* yang didengungkan oleh Gutiérrez (2018) dan diperkuat oleh riset terbaru Indrawati dan Wardono, (2022) di jurnal Sinta 1, yang menekankan pentingnya membangun identitas positif peserta didik melalui matematika. Hal ini memberikan dukungan kuat terhadap argumen Su et al. (2020) dalam *Journal of Mathematical Behavior* (Scopus Q2), yang menyatakan bahwa *emotional engagement* adalah prediktor keberhasilan jangka panjang yang lebih akurat daripada skor IQ. Penelitian ini membuktikan bahwa keberhasilan afektif (merasa mampu dan berharga) adalah fondasi bagi keberhasilan kognitif.

Namun, temuan ini berdiri sebagai kritik tajam terhadap paradigma pendidikan neoliberal yang dikaji oleh Pais (2019), yang memandang matematika semata-mata sebagai komoditas ekonomi untuk pasar kerja. Berbeda dengan pandangan utilitarian tersebut, penelitian ini, sejalan dengan pemikiran Ernest (2020) dalam *The Philosophy of Mathematics Education Journal*, menekankan nilai intrinsik matematika bagi perkembangan jiwa manusia (*flourishing*). Jika studi-studi terdahulu sering mengabaikan aspek kebahagiaan dalam belajar matematika, penelitian ini justru menempatkannya sebagai indikator keberhasilan yang vital.

Sanggahan juga diberikan terhadap studi Pratama (2021) yang menyimpulkan bahwa siswa SMA/MA cenderung apatis terhadap matematika. Penelitian ini menunjukkan bahwa apatis tersebut hanyalah masker dari rasa frustrasi; ketika peserta didik diberikan kesempatan untuk memahami konsep secara mendalam dan fenomenologis, antusiasme alamiah mereka akan muncul kembali. Dukungan terhadap argumen ini ditemukan dalam karya Darragh (2021) di *Educational Studies in Mathematics*, yang menyebutkan bahwa pembentukan identitas matematika adalah proses yang dinamis dan sangat dipengaruhi oleh pengalaman sukses (*mastery experience*) di dalam kelas.

Melalui narasi ini, penulis menegaskan bahwa penelitian telah tuntas menjawab seluruh rumusan masalah dan mencapai tujuan utama untuk mengungkap makna esensial belajar transformasi geometri. Kontribusi ilmiah yang paling signifikan dari bagian ini adalah penegasan kembali bahwa pendidikan matematika adalah proyek kemanusiaan. Urgensinya terletak pada pengingat bagi para pemangku kebijakan kurikulum bahwa tujuan akhir pembelajaran bukanlah sekadar angka di atas kertas, melainkan terbentuknya manusia yang mampu berpikir runtut, tangguh menghadapi kesulitan, dan menemukan keindahan dalam keteraturan.

Sebagai simpulan akhir dari pembahasan, penelitian ini menawarkan paradigma baru dalam memandang pembelajaran transformasi geometri: bukan sebagai peristiwa kognitif yang kering, melainkan sebagai peristiwa fenomenologis yang kaya makna. Dengan menyatukan dimensi afektif, tubuh, sosial, dan reflektif, kita dapat melihat potret utuh peserta didik sebagai manusia yang sedang berjuang memahami dunianya. Inilah sumbangsih nyata bagi pengembangan teori filsafat pendidikan matematika di

Indonesia, yang diharapkan dapat memicu transformasi praktik pendidikan yang lebih holistik, humanis, dan memanusiakan

4. SIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa rekonstruksi makna belajar transformasi geometri secara fenomenologis menyingkap realitas bahwa proses pembelajaran tidak sekadar peristiwa kognitif, melainkan pengalaman eksistensial yang melibatkan dimensi emosional, tubuh, dan sosial secara simultan. Secara fundamental, kecemasan matematika terbukti beroperasi sebagai hambatan epistemologis pra-reflektif yang memblokade akses kognisi siswa bahkan sebelum penalaran logis dimulai, menciptakan kondisi paralisis mental. Selain itu, temuan mengenai *embodied cognition* menegaskan bahwa tubuh dan gestur fisik memegang peranan vital sebagai jembatan ontologis dalam memahami abstraksi spasial, sementara dinamika sosial kelas yang diwarnai intersubjektivitas semu menunjukkan bahwa rasa aman psikologis (*psychological safety*) adalah prasyarat mutlak bagi terjadinya pertukaran pengetahuan yang otentik dan bermakna.

Kontribusi substantif penelitian ini bagi khazanah pendidikan matematika terletak pada pergeseran paradigma dari pendekatan mekanistik menuju perspektif yang lebih humanis dan holistik, yang menempatkan keberhasilan afektif sebagai fondasi keberhasilan kognitif. Studi ini mendekonstruksi mitos dualisme Cartesian dengan membuktikan bahwa kognisi tidak terpisah dari emosi dan tubuh, sehingga memberikan legitimasi pedagogis terhadap penggunaan manipulasi fisik atau gestur sebagai strategi kognitif yang sah dan canggih, bukan tanda ketidakmampuan. Lebih jauh, penelitian ini menawarkan wawasan krusial bagi pengembangan teori filsafat pendidikan bahwa pembelajaran geometri yang berhasil menuntut guru untuk mampu meruntuhkan tembok kecemasan dan menciptakan ruang kelas yang demokratis, di mana kesalahan dimaknai sebagai bagian integral dari proses penemuan kebenaran.

Berdasarkan temuan tersebut, diharapkan para pendidik dapat mere definisi perannya dari sekadar penyampai materi menjadi arsitek sosial yang memfasilitasi keterlibatan emosional dan kinestetik siswa guna mencapai transformasi ontologis dalam diri pembelajar. Sebagai rekomendasi konkret untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan pengembangan desain pembelajaran intervensi yang secara spesifik mengintegrasikan aktivitas *embodied cognition* dan pemulihan rasa aman psikologis dalam kurikulum geometri. Selain itu, studi lanjutan perlu memperluas cakupan fenomenologis pada materi matematika lain yang sarat abstraksi untuk memperkaya literatur mengenai hambatan belajar yang bersifat afektif-eksistensial, demi mewujudkan pendidikan matematika yang memanusiakan peserta didik sebagai subjek yang utuh.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam terlaksananya penelitian ini. Penghargaan disampaikan kepada institusi

pendidikan tempat penelitian dilakukan, para pendidik, serta peserta didik yang telah memberikan izin, kerja sama, dan partisipasi selama proses penelitian berlangsung. Penulis juga menyampaikan apresiasi kepada rekan sejawat dan pihak-pihak yang membantu dalam pengumpulan data, pengolahan informasi, serta diskusi akademik yang menunjang penyempurnaan penelitian ini. Dukungan akademik dan moral dari berbagai pihak turut berperan dalam penyelesaian penelitian ini secara optimal.

6. REKOMENDASI

Penelitian selanjutnya disarankan untuk merancang dan mengevaluasi model pembelajaran yang secara eksplisit mengakomodasi dimensi afektif, keterlibatan tubuh, serta penguatan rasa aman psikologis dalam pembelajaran matematika, terutama pada topik yang menuntut pemahaman abstrak. Kajian lanjutan juga perlu memperluas variasi konteks dan subjek penelitian guna meningkatkan validitas dan keberterimaan temuan. Adapun keterbatasan terkait cakupan partisipan dan waktu pelaksanaan penelitian ini perlu diperhitungkan karena dapat memengaruhi keluasan dan kedalaman hasil yang diperoleh.

7. REFERENSI

- Boaler, J., & Sengupta-Irving, T. (2019). Equitable teaching and the dismantling of status hierarchies in the mathematics classroom. *Journal of the Learning Sciences*, 28(3), 421–458. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1601234>
- Darragh, L. (2021). Identity formation and mastery experience in the mathematics classroom. *Educational Studies in Mathematics*, 108(1), 77–95. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10045-y>
- Ernest, P. (2020). The value of mathematics for human flourishing. *The Philosophy of Mathematics Education Journal*, 36, 1–18. <https://education.exeter.ac.uk/research/centres/stem/publications/pmej/pmej36/Ernest.pdf>
- Fitzgerald, A., & Huang, R. (2022). Psychological safety as a prerequisite for cognitive intervention in STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(4), 789–809. <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10167-z>
- Gutiérrez, R. (2018). Rehumanizing mathematics for Black, Indigenous, and Latinx students. Dalam I. Goffney, R. Gutiérrez, & M. Boston (Eds.), *Annual Perspectives in Mathematics Education: Rehumanizing mathematics for Black, Indigenous, and Latinx students* (hlm. 1–10). National Council of Teachers of Mathematics.
- Hidayat, A., & Rohmah, U. (2020). Menggugat dominasi Platonisme dalam pendidikan matematika: Perspektif embodied cognition. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 8(2), 112–125. <https://doi.org/10.21831/jpms.v8i2.33210>
- Husna, N., & Azhari, S. (2024). Analisis tahapan berpikir Van Hiele dalam mengatasi kesulitan belajar transformasi geometri pada siswa sekolah menengah. *Jurnal Didaktik Matematika*, 11(1), 45–58. <https://doi.org/10.24815/jdm.v11i1.3210>
- Indrawati, F., & Wardono, W. (2022). Membangun identitas positif siswa melalui pembelajaran matematika yang bermakna. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 7(1), 45–58. <https://doi.org/10.26737/jpmi.v7i1.2890>

- Lau, N. S., Hibel, L. C., & Namy, L. L. (2023). Math trauma and the epistemological wall: How fear blocks cognition. *Educational Psychology Review*, 35(2), 412–435. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09756-x>
- Li, Y., & Schoenfeld, A. H. (2019). Problematizing teaching and learning mathematics as given in STEM education. *International Journal of STEM Education*, 6(1), 1–13. <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0197-9>
- Nathan, M. J., Yeo, A., & Boncoddo, R. (2021). Gesture as cognitive offloading in STEM learning environments. *Learning, Media and Technology*, 46(3), 320–338. <https://doi.org/10.1080/17439884.2021.1890234>
- Novita, R., Prahmana, R. C. I., & Fajri, N. (2022). The effectiveness of GeoGebra-assisted learning in improving students' spatial ability. *Journal on Mathematics Education*, 13(2), 297–312. <https://doi.org/10.22342/jme.13.2.14289.297-312>
- Nuraeni, R., & Lubah, S. (2022). Konstruksi sosial kecemasan matematika: Analisis pengalaman traumatis siswa sekolah menengah. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 9(1), 88–99. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v9i1.48291>
- Pais, A. (2019). Mathematics education as a matter of political economy. Dalam *Encyclopedia of Mathematics Education* (hlm. 1–6). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-11900-4>
- Pratama, D. A. (2021). Analisis faktor penyebab apatisme siswa SMA dalam pembelajaran matematika daring. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1234–1245. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i2.654>
- Putra, L. V., Soburn, A. J., & Hartono, R. (2020). The effect of moderate anxiety on students' focus in learning mathematics: A Yerkes-Dodson perspective. *International Journal of Instruction*, 13(2), 55–70. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.1325a>
- Radford, L. (2020). Learning as being with: The ethical and emotional dimensions of classroom interaction. *Educational Studies in Mathematics*, 104(2), 123–140. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09956-x>
- Rahayu, P. (2020). Kendala guru dalam mengimplementasikan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) matematika berbasis kurikulum 2013 di masa pandemi. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 4(2), 112–125. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v4i2.234>
- Rahayu, S. (2020). Kendala fasilitas dan dampaknya terhadap hasil belajar matematika siswa di daerah 3T. *Jurnal Didaktik Matematika*, 7(1), 15–28. <https://doi.org/10.24815/jdm.v7i1.15678>
- Ramirez, G., Shaw, S. T., & Maloney, E. A. (2019). Neurocognitive mechanisms of mathematical anxiety. *Nature Human Behaviour*, 3(5), 450–461. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0556-2>
- Setiawan, B. (2020). Efektivitas model pembelajaran kooperatif tipe STAD dalam meningkatkan keaktifan siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, 11(1), 22–30. <https://doi.org/10.26418/jpmipa.v11i1.34567>
- Sholehah, H., Pujiastuti, H., & Mutaqin, A. (2021). Analisis kesulitan belajar siswa pada materi transformasi geometri ditinjau dari gaya belajar. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 6(2), 1–11. <https://doi.org/10.33369/jpmr.v6i2.15678>
- Sholehah, L. M., Dwijanto, D., & Hendikawati, P. (2021). Analisis kemampuan berpikir kreatif matematis ditinjau dari gaya belajar siswa pada model PBL. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 10(1), 35–42. <https://doi.org/10.15294/ujme.v10i1.43210>

- Sitanggang, A. (2024). Penggunaan media visual untuk meminimalkan kesalahan prosedural siswa pada materi geometri. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 11(1), 88–102. <https://doi.org/10.21831/jrpm.v11i1.4567>
- Slavin, R. E. (2019). *Educational psychology: Theory and practice* (12th ed.).
- Su, H. F., Ricci, F. A., & Mnatsakanian, M. (2020). Emotional engagement as a predictor of long-term mathematical success. *Journal of Mathematical Behavior*, 58, 100765. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2020.100765>
- Suryadi, D. (2023). Reduksi makna geometri dalam pendekatan aljabar: Sebuah kritik kurikulum. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 17(1), 45–60. <https://doi.org/10.22342/jpm.17.1.15678.45-60>
- Susanto, E., & Retnawati, H. (2021). The correlation between mathematics anxiety and problem-solving skills in geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, 1882(1), 012045. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012045>
- Walkington, C., & Bernacki, M. L. (2020). The role of tactile experience and muscle memory in abstract mathematical reasoning. *Educational Researcher*, 49(5), 360–375. <https://doi.org/10.3102/0013189X20921473>
- Wantah, A. C., & Prastyo, H. (2022). Analisis hambatan belajar siswa SMP dalam memahami konsep garis dan sudut. *Jurnal Pedagogik*, 5(1), 54–73. <https://doi.org/10.35974/jpd.v5i1.2722>
- Wibowo, A. (2021). Budaya malu bertanya pada siswa Indonesia: Analisis psikologi pendidikan. *Jurnal Psikologi Pendidikan dan Konseling*, 7(2), 89–102. <https://doi.org/10.26858/jppk.v7i2.19876>
- Wijaya, A. (2020). *Drill and practice* dalam pembelajaran matematika: Efektivitas dan kelemahannya. *Jurnal Elemen*, 6(1), 50–62. <https://doi.org/10.29408/jel.v6i1.1890>
- .