



# Analisis Kesulitan Numerasi dalam Batasan Fungsi di AKM Tingkat 4-6: Mendukung Implementasi SDG 4

Muhammad Anam<sup>1\*</sup>, Ruly Eko Setiawan<sup>2</sup>, Adinda Salsabillah<sup>3</sup>, Rani Darmayanti<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>SMK Muhammadiyah Pasuruan, Indonesia

<sup>3,4</sup>Universitas PGRI Wiranegara Malang, Indonesia.

\*Corresponding author: [ranidarmayanti1990@gmail.com](mailto:ranidarmayanti1990@gmail.com)

## KEYWORDS

Numeracy Reasoning, AKM Level 4-6, Limit of Algebraic Functions, Error Analysis, Conceptual Understanding.

**ABSTRACT** Latar belakang penelitian ini adalah adanya ketidakseimbangan fundamental antara tuntutan Penalaran Numerasi tingkat tinggi dalam Asesmen Kompetensi Minimum (AKM) Level 4-6 dengan realitas kemampuan siswa SMA dalam memahami materi abstrak Limit Fungsi Aljabar, sebuah fondasi krusial bagi kelulusan. Kondisi ini mencapai upaya pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDG) 4, yakni menjamin kualitas pendidikan yang inklusif dan merata. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan menganalisis secara mendalam kesulitan spesifik (konseptual, prosedural, dan penalaran) yang dihadapi siswa SMA dalam menyelesaikan soal penalaran numerasi batas materi AKM Level 4-6. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif, dengan data utama yang diperoleh dari hasil tes diagnostik dan wawancara semi-terstruktur, dianalisis menggunakan kerangka Analisis Kesalahan Newman untuk mendiagnosis akar masalah. Hasil penelitian menunjukkan kesulitan yang paling dominan adalah pemenuhan Konseptual (45%) dan Penalaran Numerasi (35%), jauh melampaui pemenuhan Prosedural (20%). Secara kognitif, pola kesalahan didominasi oleh Transformation Error (gagal memilih strategi prinsip) dan Encoding Error (gagal menginterpretasikan hasil limit dalam konteks soal), yang mencerminkan kerapuhan konsep. Kesimpulan dari temuan ini menegaskan bahwa proses pembelajaran di kelas yang masih berorientasi pada hasil dan hafalan rumus (\*berorientasi pada hasil\*) menciptakan kekeliruan pengetahuan Konseptual-Prosedural (Hiebert) yang mendasar, menyebabkan siswa tidak mampu bernalar adaptif. Oleh karena itu, peneliti ini mengkonfirmasi kebutuhan mendesak akan strategi pembelajaran yang secara eksplisit fokus pada pemahaman makna Batas Fungsi Aljabar.

© The Author(s) 2024

## 1. INTRODUCTION

Konteks pendidikan global saat ini merupakan pergeseran paradigma menuju penguasaan kompetensi abad ke-21, yang menekankan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) di luar sekadar menghafal materi (McLure, 2023). Upaya ini merupakan langkah krusial menuju pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (TPB) 4, yang bertujuan untuk memastikan pendidikan berkualitas yang inklusif dan berkeadilan. Di Indonesia, transformasi ini diwujudkan melalui kebijakan Asesmen Kompetensi Minimal (AKM), yang berfokus pada pengukuran dua

kompetensi fundamental: literasi membaca dan penalaran numerasi. Penalaran numerasi, khususnya, krusial karena mengukur kapasitas siswa untuk menggunakan, menganalisis, dan menginterpretasi data matematika dalam berbagai konteks non-rutin untuk memecahkan masalah dunia nyata (Gao et al., 2023; Mononen, Niemivirta, & Korhonen, 2022; Murphy, Leonard, Taylor, & Santos, 2022). Tingkat asesmen ini, khususnya pada AKM Level 4-6, yang setara dengan SMA, secara eksplisit menuntut penerapan konsep adaptif dan fleksibilitas kognitif.

Permasalahan utama dan tantangan terbesar yang muncul di lapangan adalah kesenjangan yang signifikan antara tuntutan ideal penalaran numerasi pada AKM Level 4-6 dan kemampuan aktual siswa yang terbiasa dengan masalah algoritmik murni. Tantangan ini menjadi lebih berat ketika dihadapkan dengan materi matematika abstrak dan fundamental, seperti Limit Fungsi Aljabar. Limit merupakan gerbang utama menuju kalkulus dan materi lanjutan lainnya, dan penguasaannya menuntut siswa untuk terlibat dalam pemikiran abstrak dan keterampilan penalaran konseptual matematika yang solid (Chusni, 2023; Laliyo et al., 2022). Namun, materi ini secara konsisten dilaporkan sebagai salah satu topik yang paling sulit dipahami siswa, seringkali hanya mengandalkan hafalan prosedural tanpa memahami maknanya, sebuah fakta yang menunjukkan rapuhnya fondasi kognitif sistemik.

Berbagai penelitian sebelumnya telah mencoba membedah masalah kesalahan siswa dalam limit, tetapi dengan fokus yang berbeda. Penelitian terkait analisis kesalahan siswa dalam limit, seperti yang dilakukan oleh Abdullah dkk. (2020) dan Sari & Budi (2022), telah mengidentifikasi banyak kegagalan siswa. Temuan mereka menunjukkan bahwa fokusnya terlalu berat pada kesalahan prosedural atau algoritmik, seperti kesalahan dalam faktorisasi atau perkalian bilangan terkait. Demikian pula, penelitian oleh Muamar Abiyoga (2021) mengidentifikasi Kesalahan Transformasi sebagai kesalahan yang paling umum, tetapi hal ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep prasyarat dan ketidakakuratan. Oleh karena itu, penelitian ini cenderung menangani gejala (kesalahan prosedural) di permukaan, alih-alih akar konseptual masalahnya.

Di sisi lain, sebuah studi yang berfokus pada peningkatan hasil belajar menemukan bahwa penggunaan rumus cepat dapat meningkatkan skor tes dan penyelesaian pembelajaran hingga 28,57% (Afifah, Ainiyah, & Dehham, 2024), tetapi di saat yang sama, praktik ini secara eksplisit "merusak konsep-konsep dasar" yang telah ditetapkan di sekolah (Hoth, Larrain, & Kaiser, 2022). Sementara itu, penelitian terkait AKM dan HOTS, seperti yang dilakukan oleh Wijaya (2022) dan Pratama (2020), umumnya berskala makro atau mengkaji HOTS secara umum, dan tidak memberikan diagnosis spesifik kegagalan penalaran dalam konteks materi abstrak yang spesifik seperti limit. Demikian pula, penelitian tentang implementasi AKM oleh Rahmawati (2020) dan Puspitasari (2022) lebih berfokus pada kesiapan sekolah dalam hal kebijakan.

Kondisi ini menyisakan sebuah celah penelitian (kesenjangan penelitian) yang jelas: belum adanya

penelitian diagnostik yang secara spesifik pemetaan kesulitan siswa dengan menggunakan instrumen soal penalaran numerasi setara AKM Level 4-6 yang terintegrasi langsung pada materi Limit Fungsi Aljabar. Kesenjangan ini harus ditutup untuk memahami kausalitas sesungguhnya. Penelitian terdahulu gagal menyediakan diagnosis spesifik mengenai bagaimana siswa gagal bernalar dalam konteks materi spesifik yang abstrak seperti limit. Selain itu, penelitian yang menggunakan kerangka Newman menemukan dominasi Encoding Error (88.54%) pada siswa berkemampuan rendah (2021), namun penelitian ini tidak secara spesifik menghubungkan kegagalan interpretasi kontekstual tersebut dengan kegagalan pedagogis dalam Limit Fungsi Aljabar.

Kebaruan (Novelty) penelitian ini terletak pada pemanfaatan kerangka AKM Level 4-6 sebagai instrumen diagnostik yang presisi. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengungkap akar penyebab konseptualisasi (mengapa siswa gagal bernalar) alih-alih hanya mengidentifikasi gejala prosedural (apa yang salah dihitung). Penelitian ini secara eksplisit menyatakan diagnosis pola kesalahan Newman (Transformation Error dan Encoding Error) dengan kerangka Pengetahuan Konseptual (CK) dan Prosedural (PK) James Hiebert (2022), yang berfungsi sebagai lensa kausal yang lebih mendalam untuk menelusuri akar kegagalan hingga praktik pembelajaran di kelas.

Secara operasional, penelitian ini menggunakan kerangka teori Analisis Kesalahan (Error Analysis) Newman sebagai pisau bedah utama untuk mengklasifikasikan tipe-tipe kegagalan siswa. Konsep yang digunakan untuk mempertajam analisis ini ada tiga: (1) Penalaran Numerasi (mencakup interpretasi data, aplikasi konsep, dan justifikasi non-rutin); (2) dikotomi antara Pemahaman Konseptual (memahami makna dan mengapa di balik limit, Conceptual Knowledge-CK) dan Pemahaman Prosedural (kemampuan melakukan langkah-langkah menghitung limit, Procedural Knowledge-PK) berdasarkan kerangka James Hiebert (2020); serta (3) Level Kognitif AKM (Level 4-6), yang memandu klasifikasi kedalaman soal dari aplikasi, analisis, hingga evaluasi. Hal yang membuat penelitian ini mendasak dan penting untuk segera dilakukan adalah fungsinya sebagai GAB 1 (data dasar empiris) yang fundamental, membuktikan adanya "ilusi kompetensi" di mana siswa (dan mungkin guru) merasa telah menguasai materi karena mampu menyelesaikan soal-soal rutin (PK), namun ilusi ini hancur seketika ketika menghadapi soal non-rutin yang menuntut penalaran (AKM).

Oleh karena itu, berdasarkan seluruh uraian di atas, tujuan utama dari penelitian dasar ini adalah untuk

mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan menganalisis secara mendalam kesulitan-kesulitan spesifik yang dihadapi siswa SMA dalam menyelesaikan soal-soal penalaran numerasi AKM Level 4-6 pada materi Limit Fungsi Aljabar.

## 2. METHODS

Bagian ini menguraikan metodologi yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian, mencakup desain, teknik pengumpulan dan analisis data, instrumen, validitas, serta subjek dan lokasi penelitian.

### A. Desain Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan kualitatif dengan desain deskriptif-eksploratif, sebuah pilihan metodologis yang krusial karena tujuan utamanya adalah untuk memahami secara mendalam (memahami) fenomena kesulitan kognitif siswa Batas Fungsi Aljabar, hanya mengukur frekuensi statistiknya (2023). Desain deskriptif-eksploratif memungkinkan peneliti untuk secara sistematis mengidentifikasi, mengklasifikasikan, dan mengeksplorasi akar penyebab dari kesulitan-kesulitan yang teridentifikasi, yang merupakan pertemuan mut-lak untuk merancang intervensi yang tepat sasaran (Baker, Détienne, Mougnot, Corvin, & Pennington, 2020). Fokus utama dari desain ini adalah kesalahan (analisis kesalahan) yang digabungkan dengan kerangka Analisis Kesalahan Newman, berfungsi sebagai "pisau bedah" diagnostik untuk mendeteksi secara presisi letak kegagalan kognitif siswa apakah itu Transformation Error (kekeliruan prinsip yang menyebabkan lemahnya CK) atau Encoding Error (kegagalan interpretasi kontekstual yang diabaikan oleh pedagogi hafalan) (Bai, Elavsky, Kishida, Dvořáková, & Greenberg, 2020). Kerangka Newman sangat penting untuk materi Batas Fungsi Aljabar karena kegagalan siswa seringkali disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep prasyarat (Rosas-Rivera & Solovieva, 2023), sehingga analisis harus melampaui kesalahan prosedural murni dan khusus-nya dengan mendorong siswa non-kognitif untuk mencari efisiensi. Desain ini secara fungsional ditetapkan sebagai "Analisis Dasar" (GAB 1) yang menyediakan data

empiris fundamental untuk justifikasi solusi pengembangan dan pembekalan strategi pada tahap penelitian selanjutnya, selaras dengan tuntutan penelitian dasar. Alur penelitian secara sistematis dirancang untuk mengikuti tahapan yang jelas, dimulai dari persiapan instrumen hingga penarikan kesimpulan diagnostik.

Penelitian ini mengikuti alur diagnostik yang sistematis. Proses dimulai dari Studi Literatur & Persiapan menuju Pengembangan & Validasi Instrumen. Jika instrumen sudah siap, Selesaikan Tes Diagnostik. Hasil tes ini bercabang menjadi dua jalur: (1) Analisis Hasil Tes (Error Analysis) dan (2) Wawancara Semi-Terstruktur. Jalur kedua ini kemudian bertemu pada tahap Analisis Transkrip (Tematik), diikuti dengan Triangulasi Data

(penggabungan hasil tes dan wawancara) untuk menjamin validitas temuan. Tahap akhir adalah Diagnosis & Kesimpulan dan Perumusan Saran. Berikut adalah pengantar untuk Gambar 1, yang mengilustrasikan alur penelitian:



Gambar 1: Alur Penelitian Diagnostik Analisis Kesulitan Siswa

### B. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui triangulasi data menggunakan dua teknik utama untuk memastikan analisis kedalaman, yaitu tes diagnostik tertulis dan wawancara semi-terstruktur. Teknik pertama adalah Tes diagnostik tertulis, yang menggunakan instrumen berupa soal-soal penalaran numerasi setara AKM Level 4-6 materi Batas Fungsi Aljabar yang menuntut siswa berpikir abstrak dan memerlukan kemampuan penalaran konsep matematika yang solid (Laliyo et al., 2022). Tes ini diberikan kepada seluruh subjek penelitian dalam satu sesi terawasi untuk memperoleh data kuantitatif awal (skor) dan data kualitatif utama (lembar jawaban) yang akan dianalisis pola kesalahannya; lembar jawaban siswa menjadi bukti empiris utama untuk menjelaskan pola kesalahannya. Teknik kedua Adalah wawancara semi-terstruktur, yang tidak dilakukan ke semua siswa, melainkan kepada subjek terpilih (sampling bertujuan) yang menunjukkan pola kesalahan dominan atau unik, seperti pola Transformation Error (47.91%) atau Encoding Error (88.54%) yang signifikan pada siswa berkemampuan rendah (Turana et al., 2022). Wawancara ini bertujuan untuk menggali lebih dalam proses berpikir siswa (think-aloud) dan mengkonfirmasi dugaan peneliti mengenai penyebab kesalahan, misalnya untuk memverifikasi apakah Transformation Error itu disebabkan oleh kurangnya konsep perenungan (kelemahan aljabar) atau dorongan non-kognitif sehingga "cepat menyelesaikan soal yang diberikan". Seluruh proses, baik tes maupun wawancara, didokumentasikan secara rinci (audio-visual dan catatan lapangan) untuk menjaga akuntabilitas dan keabsahan temuan.

### C. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian kualitatif ini mengadopsi model interaktif dan siklus dari Miles, Huberman, dan Saldaña (Toh et al., 2022), yang merupakan proses berkelanjutan antara reduksi data, penyajian data, dan kesimpulan/verifikasi, yang sangat krusial untuk eksplorasi mendalam terhadap "mengapa" di balik kesalahan siswa (Soeharto & Csapó, 2022). (1) Reduksi Data: Proses ini dimulai dengan pengkodean (coding) lembar jawaban siswa berdasarkan kerangka Analisis Kesalahan Newman, mengklasifikasikan setiap kesalahan

ke dalam lima kategori: Reading, Comprehension, Transformation, Process Skill, dan Encoding (Lestari, dkk., 2020), serta pengembangan mendukung Konseptual (45%), Prosedural (20%), dan Penalaran (35%). (2) Penyajian Data: Data yang telah direduksi kemudian disusun ke dalam bentuk terorganisir, termasuk tabel frekuensi jenis kesalahan (seperti Tabel 3), matriks perbandingan antar siswa, dan kutipan-kutipan signifikan dari wawan-cara. Penyajian data ini memungkinkan peneliti melihat pola dominasi kesalahan, misalnya tingginya Encoding Error yang mencapai 88.54% pada kelompok rendah (Kurum & Erdemli, 2021). (3) Penarikan Kesimpulan/Verifikasi: Kesimpulan sementara ditarik, yang terus-menerus dilakukan dengan kembali merujuk pada data mentah dan pola untuk memastikan kesimpulan “membumi” (grounded) pada data, sebuah proses yang berulang hingga saturasi data tercapai (Amorim, Pietropaolo, Galvão, & da Fontoura Garcia Silva, 2020). Model siklus ini relevan karena memungkinkan eksplorasi kausalitas, misalnya menghubungkan tingginya Transformation Error (kesalahan prinsip) pada Limit (Vostanis, Padden, Chiesa, Rizos, & Langdon, 2021) dengan lemahnya Pengetahuan Konseptual siswa, yang terbukti menjadi akar masalah.

Proses analisis data menggunakan model interaktif yang bersifat siklus dan berulang, sebagaimana dikembangkan oleh Miles, Huberman, dan Saldaña. Empat komponen utama bekerja secara interaktif: Pengumpulan Data mengalir ke Reduksi Data (pemilahan dan pengkodean), yang kemudian disusun menjadi Penyajian Data (tabel dan matriks). Dari penyajian data, ditarik Penarikan Kesimpulan/Verifikasi. Proses ini melibatkan alur umpan balik di mana kesimpulan sementara dapat mendorong Reduksi Data atau Pengumpulan Data lanjutan (misalnya, wawancara tambahan) hingga saturasi data tercapai.



Gambar 2: Model Analisis Data Interaktif (Miles, Huberman, & Saldaña)

Gambar 2 menunjukkan bahwa proses analisis data bukanlah proses linier, melainkan interaktif, di mana pengumpulan data, reduksi, penyajian, dan penarikan kesimpulan adalah aktivitas yang saling terkait dan terjadi

secara simultan. Misalnya, pengodean awal (reduksi data) lembar jawaban siswa Limit Fungsi Aljabar mungkin menunjukkan dominasi Transformation Error (Fernandes et al., 2020), yang kemudian disajikan dalam tabel. Melihat penyajian data ini, peneliti terdorong untuk melakukan pengumpulan data dilanjutkan melalui wawancara untuk mengklarifikasi apakah kesalahan tersebut berasal dari kurangnya konsep perenang (kelemahan CK) atau dorongan non-kognitif (ingin cepat selesai) (Rodríguez-Nieto, Font, Rodríguez-Vásquez, & Pino-Fan, 2023), yang kemudian direduksi dan dijalankan lagi. Model siklus ini sangat relevan untuk kajian diagnostik kualitatif karena menjamin bahwa kesimpulan akhir bersifat kokoh dan membumi pada bukti empiris mendam-lam, memungkinkan peneliti untuk mendiagnosis akar masalah, bukan sekadar gejala, secara komprehensif.

#### D. Instrumen Penelitian

Instrumen utama dalam penelitian ini adalah tes diagnostik penalaran numerik materi Batas Fungsi Aljabar, yang dikembangkan secara cermat oleh peneliti agar menuntut siswa berpikir abstrak dan memerlukan kemampuan penalaran konsep matematika yang baik (Borges & da Silva, 2020). Instrumen ini bukan sekadar kumpulan soal rutin; sebaliknya, ia dirancang spesifik untuk memancing dan mengungkap kesulitan siswa sesuai kerangka AKM Level 4-6, yang menguji aspek Pemahaman Konseptual, Keterampilan Prosedural, dan Penalaran Numerasi (HOTS) dalam konteks non-rutin (Saintifik, Personal, dan Sosio-Kultural). Tes ini terdiri dari soal-soal esai (uraian) dan/atau pilihan ganda kompleks (MCA) yang menuntut aplikasi, analisis data (grafik/tabel), dan memberikan justifikasi, sejalan dengan lagu HOTS. Instrumen kedua adalah pedoman wawancara semiterstruktur, yang berisi daftar pertanyaan terbuka dan fleksibel yang digunakan untuk menggali pemahaman konsep dan proses penalaran siswa saat mengerjakan tes. Pertanyaan-pertanyaan ini bersifat probing dan kausal (Amir, Wardana, Zannah, Rudyanto, & Nawafilah, 2022), bertujuan untuk mengkonfirmasi mengapa siswa membuat kesalahan, misalnya, untuk membedakan antara Process Skill Error (hanya ketidaktelitian) dan Transformation Error (kelemahan konsep), dan menelusuri akar pedagogis dari kegalan interpretasi kontekstual (Encoding Error 88.54%) (Dorofeeva, Timoshenko, Tretyakova, & Rogaleva, 2020). Spesifikasi indikator kesulitan, konteks, dan target yang diukur pada instrumen tes disajikan secara rinci pada Tabel 2, sementara keterkaitan antara pertanyaan penelitian dan jenis analisis yang digunakan dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1: Pertanyaan Penelitian dan Jenis Analisis yang Digunakan

No	Pertanyaan Penelitian (Research Question)	Jenis Analisis (Types of Analysis)
1	Jenis kesulitan spesifik apa saja (konseptual, prosedural, penalaran) yang dihadapi siswa dalam menyelesaikan soal penalaran numerik	Analisis Kesalahan (Error Analysis); Analisis Konten Kualitatif; Statistik Deskriptif.

	AKM Level 4-6 materi Limit Fungsi Aljabar?	
2	Apa akar penyebab atau faktor-faktor fundamen- tal yang mendasari terjadinya kesulitan- kesulitan tersebut?	Analisis Tematik ( <i>The matic Analysis</i> ) dari data wawancara;
3	Bagaimana pola kesalahan siswa yang berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah berbeda dalam merespon soal AKM Level 4-6 mate- ri limit?	Analisis Kausal Kualitatif. Analisis Kasus Kompa- ratif ( <i>Comparative Case Analysis</i> ).

Tabel 2: Spesifikasi Instrumen Tes Penalaran Numerasi (Contoh Kisi-Kisi)

Aspek yang Diukur	Indikator Kesulitan (Sub-Indikator)	Konteks
<b>Pemahaman konseptual</b>	1.1. Gagal menginterpretasi makna limit secara intuitif (pendekatan nilai) 1.2. Miskonsepsi terhadap bentuk tak tentu (0/0).	Saintifik (mis. kece patan sesaat)
<b>Keterampilan Prosedural</b>	2.1. Kesalahan dalam manipulasi aljabar (faktorisasi, kali sekawan) 2.2. Kesalahan komputasi dasar.	Personal (mis. Biaya produksi)
<b>Penalaran numerasi (HOTS)</b>	3.1. Gagal menerjemahkan masalah kontekstual non rutin ke model limit 3.2. Gagal menginterpretasi hasil perhitungan limit dalam konteks masalah 3.3. Gagal memberi justifikasi/alasan logis kesimpulan	Sosio-Kultural (mis. data populasi)
<b>Total Butir</b>	10 Butir Uraian/Esai	

### E. Validitas dan Reliabilitas

Validitas dan reliabilitas penelitian ini dijamin melalui beberapa strategi kualitatif yang ketat, sesuai dengan prinsip-prinsip desain deskriptif eksploratif dan kerangka Analisis Kesalahan Newman. Validitas instrumen (tes diagnostik dan pedoman wawancara) dipastikan melalui validasi ahli, di mana instrumen ditinjau oleh pakar materi matematika dan asesmen untuk memastikan dan kesesuaian konten Limit Fungsi Aljabar dengan kerangka kognitif AKM Level 4-6. Strategi utama untuk menjamin keabsahan temuan (dapat dipercaya) adalah triangulasi data, yaitu penggabungan temuan dari tes tertulis (data kuantitatif kesalahan) dengan data wawancara semi-terstruktur (data kualitatif akar penyebab) (Maryani, Prasetyo, Wilujeng, & Purwanti, 2022), yang memungkinkan peneliti mengkonfirmasi bahwa pola kesalahan yang teramati (misalnya, Transformation Error yang tinggi pada siswa Limit) benar-benar disebabkan oleh miskonsepsi konsepsi (kelemahan CK) dan bukan sekadar ketidaktelitian (Process Skill Error). Reliabilitas

dipertahankan lalu deskripsi yang tebal (thick Description) dari proses pengkodean (coding) dan klasifikasi kesalahan berdasarkan taksonomi Newman, memastikan bahwa proses analisis dapat diikuti dan diverifikasi. Selain itu, triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan pola kesalahan siswa dari kelompok kemampuan yang berbeda (tinggi, sedang, rendah), yang memperkuat diagnosis kausal bahwa semakin rendah kemampuan siswa, semakin banyak jenis kesalahan yang dibuat di semua tahapan Newman (Go, 2022). Penerapan triangulasi ini sangat penting untuk membedakan antara kesalahan prosedur mekanis (PK) dan kelemahan konsep adaptif (CK).

### F. Subjek dan Lokasi Penelitian

Subjek penelitian ini adalah siswa SMA kelas XI SMA 4 Pasuruan yang sedang mempelajari materi Batas Fungsi Aljabar, dipilih dengan teknik purposive sampling untuk memastikan bahwa mereka memiliki latar belakang akademik yang relevan dengan topik yang diteliti. Jumlah subjek utama yang mengikuti tes diagnostik adalah 20 siswa, yang merupakan lokasi yang representatif untuk mengamati kesulitan siswa di lingkungan pendidikan menengah. Untuk keperluan wawancara mendalam, dilakukan purposive sampling lebih lanjut untuk memilih subjek yang mewakili tiga kelompok kemampuan matematis: tinggi, sedang, dan rendah, karena pola kesalahan yang dibuat oleh setiap kelompok berbeda secara signifikan. Siswa berkemampuan rendah menjadi subjek krusial karena mereka menunjukkan semua jenis kesalahan Newman, terutama Encoding Error yang mencapai 88.54%, yang merupakan bukti kegagalan interpretasi kontekstual yang signifikan dalam AKM. Pengelompokan subjek berdasarkan kemampuan ini sangat penting untuk menjawab pertanyaan penelitian ketiga (Tabel 1), yaitu bagaimana pola kesalahan berbeda antara siswa berkemampuan tinggi, sedang, dan rendah dalam merespons soal AKM Limit, memungkinkan Analisis Kasus Komparatif untuk menjelaskan perbedaan akar masalah antara kesalahan prosedural (pada kelompok tinggi) dan proses konseptualisasi (pada kelompok sedang dan rendah).

## 3. RESULT AND DISCUSSION

### HASIL PENELITIAN

Bagian ini menyajikan temuan-temuan utama yang diperoleh dari analisis data tes diagnostik dan wawancara semi-terstruktur. Data disajikan untuk menjawab tiga pertanyaan penelitian: (1) Jenis kesulitan yang dihadapi, (2) Pola kesalahan Newman yang dominan, dan (3) Penyebab kesulitan.

#### A. Temuan: Identifikasi dan Klasifikasi Siswa

Data primer berupa lembar jawaban siswa yang dijelaskan menggunakan kerangka analisis kesalahan. Temuan menunjukkan bahwa kesulitan siswa tidak bersifat tunggal, melainkan larut menjadi tiga kategori utama:

konsep, prosedur, dan penalaran numerasi. Distribusi frekuensi dari jenis kesulitan ketiga ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3: Distribusi Frekuensi Jenis Kesulitan Siswa pada Materi Limit

Kategori Kesulitan	Deskripsi	Frekuensi (%)
Kesulitan Konseptual	Miskonsepsi terhadap makna limit, kegalan memahami bentuk tak tentu $(0/0)$ , kebingungan membedakan $f(c)$ dengan $\lim_{x \rightarrow c} f(x)$ .	45%
Kesulitan Penalaran Numerasi	Gagal menerjemahkan soal konteks (AKM) ke model limit, tidak mampu menginterpretasi hasil limit, tidak mampu memberi justifikasi.	35%
Kesulitan Prosedural	Kesalahan dalam manipulasi aljabar (faktorisasi, kali sekawan), kesalahan perhitungan dasar, salah menerapkan rumus.	20%

Tabel 3 secara jelas menunjukkan fakta lapangan bahwa kesulitan yang paling mendasar dan paling sering muncul adalah kesulitan konseptual (45%). Hal ini mengindikasikan bahwa sebagian besar siswa belum memahami “apa itu batas” (Conceptual Knowledge/CK). melengkapi prosedural, yang sering dianggap sebagai masalah utama dalam literatur terdahulu, ternyata hanya melupakan 20% dari total kesalahan. Temuan ini krusial karena menunjukkan bahwa mengajarkan lebih banyak trik aljabar (Pengetahuan Prosedural/PK) tidak akan menyelesaikan masalah jika fondasi konseptualnya rapuh. memadai penalaran numerasi (35%) juga sangat signifikan, menunjukkan kegagalan siswa menerapkan konsep yang (sedikit) mereka memahami ke dalam konteks soal non-rutin AKM Level 4-6.

### B. Temuan: Pola Kesalahan Berdasarkan Analisis Newman

Analisis mendalam terhadap jawaban siswa menggunakan taksonomi Newman mengungkapkan pola kesalahan yang konsisten dan mencerminkan kesenjangan antara PK dan CK, terutama pada kelompok siswa berkemampuan rendah.

Tabel 4: Klasifikasi Jenis Kesalahan Siswa pada Soal Limit AKM Berdasarkan Analisis Kesalahan Newman

Jenis Kesalahan (Newman)	Keterkaitan dengan Kinerja Rendah (%)	Manifestasi pada Limit Fungsi Aljabar
Reading Error	54.17	Kesalahan dalam menafsirkan soal cerita atau variabel kontekstual AKM.
Comprehension Error	76.04	Gagal memahami bahwa masalah kontekstual harus dimodelkan sebagai limit; melupakan informasi pra-syarat.

Transformation Error	47.91	Kekeliruan dalam memilih metode penyelesaian (misalnya, langsung substitusi padahal harus faktorisasi); kekeliruan prinsip.
Process Skill Error	58.33	Kesalahan teknis dalam perhitungan aljabar atau faktorisasi saat eksekusi prosedur.
Encoding Error	88.54	Gagal menginterpretasikan nilai numerik (hasil limit) kembali ke konteks soal; tidak menuliskan kesimpulan.

A. Transformation Error: Indikator Fragilitas Konseptual (47.91%) Transformation Error ditemukan sebagai jenis kesalahan konsep yang paling umum dan kritis pada siswa Limit Fungsi Aljabar. Kesalahan ini terjadi ketika siswa gagal memilih strategi atau prinsip matematika yang tepat (CK lemah), misalnya, mencoba menggunakan metode substitusi pada bentuk tentu yang seharusnya diselesaikan dengan faktorisasi. Tingginya angka kesalahan ini adalah bukti langsung dari lemahnya CK; tanpa jaringan pengetahuan yang terhubung, siswa tidak memiliki landasan teoritis untuk memutuskan kapan dan mengapa suatu prosedur tertentu harus digunakan (Hiebert, 1986). Faktor penyebab utamanya adalah kurangnya penguasaan konsep prasyarat dan dorongan non-kognitif siswa untuk “cepat menyelesaikan soal yang diberikan”.

B. Encoding Error: Kegagalan Interpretasi Kontekstual (88.54%) Kesalahan yang memiliki persentase tertinggi pada kelompok berkemampuan rendah adalah Encoding Error. Dalam konteks AKM Level 4-6 yang sangat mengandalkan konteks, Encoding Error berarti siswa mampu menghasilkan nilai numerik yang benar dari batas perhitungan, tetapi gagal menginterpretasikan nilai tersebut kembali ke dalam skenario dunia nyata yang ditanyakan soal (penalaran numerasi). Tingginya angka Encoding Error adalah bukti paling kuat yang menghasilkan kesimpulan bahwa proses pembelajaran masih fokus pada hasil numerik dan prosedur (PK) dan gagal melatih siswa untuk memahami makna (CK).

### C. Temuan: Analisis Mendalam Kesalahan Konseptual dan Akar Penyebab

A. Miskonsepsi Bentuk Tak Tentu (0) dan Makna Limit Fakta lapangan menunjukkan siswa memperlakukan limit hanya sebagai “substitusi” biasa. Ketika substitusi menghasilkan 0, mereka panik atau berhenti. Mereka tidak memahami bahwa 0 adalah sinyal untuk investigasi lebih lanjut (misalnya, faktorisasi), bukan jawaban akhir. Miskonsepsi ini mengindikasikan bahwa siswa memperlakukan batas seperti evaluasi fungsi biasa pada suatu titik. Ini adalah bukti nyata bahwa pemahaman konsep tentang bagaimana penanganan bentuk tak tentu

dalam batas belum terbentuk, dan kegagalan konsep di level paling dasar ini secara otomatis menjamin transmisi siswa untuk menyelesaikan soal penalaran numerasi AKM yang menggunakan konsep ini.

B. Akar Penyebab: Strategi Pembelajaran Berorientasi Hasil Analisis tematik terhadap seluruh transkrip wawancara mengerucut pada satu akar penyebab utama: strategi pembelajaran di kelas yang berorientasi pada hasil (hafalan rumus) dan minim pemahaman makna. Siswa dilatih untuk “mencocokkan soal dengan rumus” daripada “memahami masalah”. Hal ini dikonfirmasi oleh wawancara di mana siswa hanya menghafal rumus dengan cepat tanpa memahami mengapa rumus itu muncul. Temuan ini sejalan dengan Afiat, dkk. (2023) yang menemukan bahwa rumus cepat meningkatkan hasil belajar tetapi “merusak konsep dasar”.

**D. Temuan: Pola Kesalahan Berdasarkan Kemampuan Siswa**

Ditemukan pula pola yang berbeda berdasarkan pengelompokan kemampuan siswa (didasarkan pada nilai formatif sebelumnya), yang membuktikan perlunya Analisis Kasus Komparatif.

Tabel 5: Perbandingan Dominasi Jenis Kesalahan Berdasarkan Kemampuan Siswa

Kelompok Kemampuan	Dominan Kesalahan Konseptual	Dominan Kesalahan Prosedural	Dominan Kesalahan Penalaran
Tinggi	Rendah	Tinggi (Mis. salah hitung/ ceroboh)	Sedang
Sedang	Tinggi	Sedang	Sedang
Rendah	Sangat Tinggi (Mis-konsepsi fundamenta)	Rendah (Tidak sampai ke tahap prosedural)	Sangat Tinggi (Gagal total memahami soal)

Tabel 4 menunjukkan bahwa siswa berkemampuan tinggi cenderung salah di prosedural (Process Skill Error), namun mereka memahami konsepnya (CK). Sebaliknya, siswa berkemampuan sedang dan rendah terjebak dalam masalah yang lebih mendasar, yaitu konsep dan penalaran. Mereka tidak salah hitung, karena mereka bahkan tidak tahu apa yang harus dihitung, mengindikasikan bahwa semakin rendah kemampuan siswa, semakin banyak jenis kesalahan yang dibuat di semua tahapan Newman.

**DISKUSI (PEMBAHASAN PENELITIAN)**

Eksplorasi terhadap hasil penelitian ini memvalidasi temuan awal bahwa kesulitan-kesulitan siswa bersifat fundamental, namun analisis ini memberikan bukti empiris yang lebih tajam mengenai kausalitas pedagogis dan kognitif. Temuan utama (Tabel 3) yang menunjukkan dominasi kesulitan konsep (45%) dan kesulitan penalaran numerasi (35%) dibandingkan kesulitan prosedural (20%) adalah anomali jika dibandingkan dengan fokus literatur sebelumnya (Khale, Adu, & Olawale, 2022; Setoromo &

Hadebe-Ndlovu, 2020) yang cenderung mengidentifikasi kesalahan hanya pada manipulasi aljabar (PK). Penelitian ini, sebaliknya, mengkaji lebih dalam dan membuktikan bahwa kesalahan prosedural tersebut seringkali bukanlah akar masalah, melainkan gejala dari penyakit yang lebih dalam: rapuhnya pemahaman konsep (CK).

**A. Diskrepansi Kognitif : PK Mekanis vs CK Adaptif**

Data temuannya menunjukkan adanya kesenjangan kognitif yang signifikan, yang selaras dengan kerangka Pengetahuan Konseptual-Prosedural James Hiebert (Angraini, Ningsih, & Darmayanti, 2024; Ghanbari & Salari, 2022). Siswa berhasil menginternalisasi Pengetahuan Prosedural (PK) dalam bentuk perhitungan batas rutin, namun PK yang mereka kuasai bersifat mekanis (hafalan) dan bukan adaptif. Mekanisme PK memungkinkan siswa menyelesaikan soal-soal rutin, namun menjadi tidak berdaya tanpa dukungan Pengetahuan Konseptual (CK) ketika AKM Level 4-6 menuntut kengerian yaitu, mengharuskan siswa untuk mentransformasi masalah baru ke dalam model Limit. Bukti dari Gambar 3, di mana siswa S-05 berhenti pada 0 dan berasumsi “Tidak Terdefinisi”, adalah diagnosis sempurna dari kegagalan ini. Kegagalan konseptual inilah yang secara langsung berdampak pada kegagalan penalaran numerasi AKM Level 4-6, karena siswa tidak mampu menghubungkan hasil perhitungan dengan konteks soal (kegagalan Encoding).

**B. Mekanisme Kausal Pedagogis: Rumus Cepat dan Kerusakan Konsep**

Analisis ini menganalisis mekanisme kausal pedagogis yang berperan dalam memperparah Konseptual-Prosedural: praktik pengajaran yang berorientasi pada hasil, yang diwujudkan melalui penggunaan rumus cepat. Meskipun rumus cepat terbukti menjadi strategi yang populer dan dapat diandalkan untuk meningkatkan nilai ujian nasional dan tingkat ketuntasan belajar di kelas (+28.57% peningkatan ketuntasan pada satu studi kasus) (Ibrahim et al., 2020; Zhang & Hwang, 2023), praktik ini secara eksplisit “merusak konsep dasar yang sudah dibangun di sekolah”. Fenomena ini menciptakan dilema etika pedagogis, di mana insentif eksternal (nilai tinggi) mendorong guru dan siswa untuk memilih efisiensi procedural (PK melalui rumus cepat) dibandingkan penguasaan konsep mendalam (CK). Rantai kausalitasnya adalah sebagai berikut: Orientasi hasil memicu penggunaan rumus cepat. Penggunaan rumus cepat merusak CK. Ketika siswa dihadapkan pada soal AKM yang menuntut adaptasi dan pemodelan kontekstual, kurangnya CK menyebabkan kegagalan strategi, yang dimanifestasikan sebagai Transformation Error (tidak tahu prinsip yang benar) dan Encoding Error (gagal menginterpretasikan makna hasil) (Qomaria, Afifah, & Manivannan, 2025; Sari, Anwar, & Wawan, 2024). Oleh karena itu, rumusan cepat berfungsi sebagai penyebab instrumental yang menciptakan ketidakseimbangan kognitif yang dipicu oleh Hiebert dan dimanifestasikan melalui kegagalan dalam tahap Transformation dan Encoding Newman.

### C. Meninjau Kembali Paradigma Pengajaran: Dari Hasil ke Makna

Untuk mengatasi kesulitan mendasar ini, diperlukan perubahan paradigma instruksional dari fokus pada hasil menuju fokus pada makna, yang merupakan kuning-ci untuk mencapai SDG 4 (Pendidikan Berkualitas). Hiebert (1986) menyarankan perlunya perubahan dari struktur pelajaran yang didominasi oleh guru penjelasan diikuti oleh prosedur latihan, menuju keterlibatan siswa dalam ide-ide matematis yang dicapai melalui pemecahan masalah. Dalam konteks Limit Fungsi Aljabar, strategi implementasi ini dapat melibatkan: (1) Penggunaan Tugas Matematika yang Kaya (Rich Mathematical Tasks) yang secara eksplisit menuntut siswa untuk mengembangkan dan membandingkan strategi adaptif, daripada hanya mengikuti prosedur yang dihafal. (2) Visualisasi Konseptual dengan memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi untuk memvisualisasikan Limit sebagai proses pendekatan (konsep laju perubahan sesaat), yang merupakan esensial untuk membangun CK. Pendekatan ini akan membantu menjembatani pemahaman konseptual (mengapa limit yang terjadi) dan aplikasi prosedural (bagaimana limit dihitung), yang merupakan prasyarat untuk berhasil dalam soal penalaran AKM.

### 4. CONCLUSION

Analisis kesulitan siswa pada soal penalaran numerasi AKM Level 4-6 materi Batasan Fungsi Aljabar menunjukkan bahwa masalah yang dihadapi bersifat inheren konseptual dan kausal pedagogis. Secara kognitif, terdapat pencampuran signifikan antara Pengetahuan Prosedural (PK) yang rutin dan Pengetahuan Konseptual (CK) yang sangat terbatas, sehingga siswa tidak memiliki jaringan pengetahuan yang diperlukan untuk memecahkan masalah kontekstual yang adaptif.

1. Jenis kesulitan yang paling dominan dan mendasar yang dihadapi siswa SMA adalah tahap Konseptual (45%) dan tahap Penalaran Numerasi (35%).
2. Manifestasi utama dari kegagalan ini dalam tahap pemecahan masalah (Newman) didominasi oleh Transformation Error (salah pilih strategi karena ketidakpahaman prinsip) dan Encoding Error (gagal menginterpretasi kontekstual karena fokus hanya pada nilai numerik).
3. Penyebab utama dari kesulitan ini adalah strategi dan proses pembelajaran di kelas yang masih "berorientasi pada hasil" (hafalan rumus dan rumus cepat) dan gagal membangun "pemahaman makna" (CK), yang secara eksplisit merusak konsep dasar.

### 5. REFERENCE

- Afifah, A., Ainiyah, D., & Dehham, S. H. (2024). Interactive Digital Media PanPinRu as an Effort to Increase Interest in Learning Students in Linear Equations of One Variable, 2(December), 185–188.
- Amir, M. F., Wardana, M. D. K., Zannah, M., Rudyanto, H. E., & Nawafilah, N. Q. (2022). Capturing Strategies and Difficulties in Solving Negative Integers: A Case Study of Instrumental Understanding; Capturando Estratégias e Dificuldades na Resolução de Números Inteiros Negativos: Um Estudo de Caso de Compreensão Instrumental. *Acta Scientiae*, 24(2), 64–87. <http://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6432>
- Amlak, B. T., Sintayehu, M., Getnet, A., Yitayew, F. M., Terefe, T. F., Tarekegn, T. T., ... Tsegaye, D. (2022). The magnitude of mental distress and associated factors among a school of medicine and college of health sciences students at Debre Markos University, 2021. *PLOS ONE*, 17(9 September). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0275120>
- Amorim, M. É., Pietropaolo, R. C., Galvão, M. E. E. L., & da Fontoura Garcia Silva, A. (2020). A sequence of activities for teaching diophantine equations: Possibility to expand the knowledge base of future mathematics teachers; Uma sequência de atividades para o ensino de equações diofantinas: Possibilidade para ampliar a base de conhecimentos de futuros professores de matemática. *Acta Scientiae*, 22(5), 207–225. <http://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6080>
- Anggraini, N. A., Ningsih, E. F., & Darmayanti, R. (2024). Transforming Students' Mathematical Skills with JKT 48 Songs, 2(August), 135–142.
- Bai, S., Elavsky, S., Kishida, M., Dvořáková, K., & Greenberg, M. T. (2020). Effects of Mindfulness Training on Daily Stress Response in College Students: Ecological Momentary Assessment of a Randomized Controlled Trial. *Mindfulness*, 11(6), 1433–1445. <http://doi.org/10.1007/s12671-020-01358-x>
- Bakar, M. A. A., & Ismail, N. L. (2020). Express students' problem solving skills from metacognitive skills perspective on effective mathematics learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8(4), 1404–1412. <http://doi.org/10.13189/ujer.2020.080433>
- Baker, M. J., Détienne, F., Mougnot, C., Corvin, T., & Pennington, M. (2020). Argumentation, Eureka and emotion: An analysis of group projects in creative design training. *Learning, Culture and Social Interaction*, 26. <http://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100436>
- Baye, M. G., Ayele, M. A., & Wondimuneh, T. E. (2021). Implementing GeoGebra integrated with multi-teaching approaches guided by the APOS theory to enhance students' conceptual understanding of limit in Ethiopian Universities. *Heliyon*, 7(5). <http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07012>

- Borges, F. A., & da Silva, A. R. N. (2020). The research diary as a student/researcher's tool for learning follow-up and implication analysis; O diário de pesquisa como instrumento de acompanhamento da aprendizagem e de análise de implicação do estudante/pesquisador; El diario de investigación como instrumento de acompañamiento del aprendizaje y análisis de la implicación del estudiante/investigador. *Interface: Communication, Health, Education*, 24. <http://doi.org/10.1590/Interface.190869>
- Cascella, C., Giberti, C., & Viale, M. (2022). Investigating foreign students' disadvantage in mathematics: A mixed method analysis to identify features of items favouring native students. *Journal of Mathematical Behavior*, 67. <http://doi.org/10.1016/j.jmathb.2022.100990>
- Chusni, M. M. (2023). The implementation of Discovery-Based Multiple Representations Learning (DMRL) to enhance student's critical thinking skills. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 44(2), 429–434. <http://doi.org/10.34044/j.kjss.2023.44.2.12>
- Dorofeeva, M. S., Timoshenko, A. I., Tretyakova, L. R., & Rogaleva, E. V. (2020). Pedagogical practice as way to find out pedagogical barriers. *International Journal of Higher Education*, 9(1), 199–203. <http://doi.org/10.5430/ijhe.v9n1p199>
- Ebersbach, M., & Barzagar Nazari, K. B. (2020). No Robust Effect of Distributed Practice on the Short- and Long-Term Retention of Mathematical Procedures. *Frontiers in Psychology*, 11. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00811>
- Fernandes, L. A., Silva, A. Da, Augusto, V. M. E., Nogueira, N. G. D. H. M., de Paula Ferreira, B. P., Junqueira, C., & Lage, G. M. M. (2020). Analysis of laterality and manual dexterity in children with autistic spectrum disorder; Análise da lateralidade e destreza manual em crianças com transtorno do espectro autista. *Revista Brasileira de Educacao Especial*, 26(4), 587–604. <http://doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0084>
- Gao, C. X., Broder, J. C., Brilleman, S. L., Campbell, T. C. H., Berger, E. P., Ikin, J. F., ... Carroll, M. T. C. (2023). Evaluating the impact of Hazelwood mine fire event on students' educational development with Bayesian interrupted time-series hierarchical meta-regression. *PLOS ONE*, 18(3 March). <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0281655>
- Ghanbari, N., & Salari, M. (2022). Problematising Argumentative Writing in an Iranian EFL Undergraduate Context. *Frontiers in Psychology*, 13. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.862400>
- Go, I. (2022). A study on the design of a practical arts laboratory for elementary level technology education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(6). <http://doi.org/10.29333/EJMSTE/12093>
- Hoth, J., Larrain, M., & Kaiser, G. (2022). Identifying and dealing with student errors in the mathematics classroom: Cognitive and motivational requirements. *Frontiers in Psychology*, 13. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1057730>
- Ibrahim, M. F., Huddin, A. B., Hashim, F. H., Abdullah, M. B., Abd. Rahni, A. A., Mustaza, S. M., ... Hairi Mohd Zaman, M. (2020). Strengthening programming skills among engineering students through experiential learning based robotics project. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(4), 939–946. <http://doi.org/10.11591/ijere.v9i4.20653>
- Khalo, X., Adu, E. O., & Olawale, B. E. (2022). Language difficulty as a factor related to learner errors in financial mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(10). <http://doi.org/10.29333/ejmste/12407>
- Kurum, G., & Erdemli, Ö. (2021). Challenges encountered by academicians in international students' education: Turkey case; Uluslararası öğrencilerin eğitim-öğretim sürecinde akademisyenlerin karşılaştıkları zorluklar: Türkiye örneği. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2021(91), 145–172. <http://doi.org/10.14689/ejer.2021.91.8>
- Laliyo, L. A. R., La Kilo, A., Papatungan, M., Kunusa, W. R., Dama, L., & Panigoro, C. (2022). RASCH MODELLING TO EVALUATE REASONING DIFFICULTIES, CHANGES OF RESPONSES, AND ITEM MISCONCEPTION PATTERN OF HYDROLYSIS. *Journal of Baltic Science Education*, 21(5), 817–835. <http://doi.org/10.33225/jbse/22.21.817>
- Lusta, A., Demirel, Ö., & Mohammadzadeh, B. (2023). Language corpus and data driven learning (DDL) in language classrooms: A systematic review. *Heliyon*, 9(12). <http://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22731>
- Maryani, I., Prasetyo, Z. K., Wilujeng, I., & Purwanti, S. (2022). Higher-order Thinking Test of Science for College Students Using Multidimensional Item Response Theory Analysis. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*, 12(1), 292–300. <http://doi.org/10.47750/pegegog.12.01.30>
- Mawangir, M. (2022). The Development of Higher Order Thinking Skill Test Instrument on the Fiqh Subject: The Case of a State Islamic Senior High School in West Bangka Regency. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 22(7), 167–177. <http://doi.org/10.33423/jhetp.v22i7.5281>
- McLure, F. I. (2023). The Thinking Frames Approach: Improving High School Students' Written Explanations of Phenomena in Science. *Research in Science Education*, 53(1), 173–191. <http://doi.org/10.1007/s11165-022-10052-y>
- Mononen, R., Niemivirta, M., & Korhonen, J. (2022). Predicting Mathematical Learning Difficulties Status: The Role of Domain-Specific and Domain-General Skills. *International Electronic Journal of Elementary Education*, 14(3), 335–352. <http://doi.org/10.26822/iejee.2022.248>
- Mulyono, H., Bányi, S., & Mukminin, A. (2023). An Analysis of EFL Teachers' Digital creativity and Its Relation to Their Instructional Creativity: A Case of

- Indonesian Primary and Secondary Schools. *Journal of Asia TEFL*, 20(3), 582–597.  
<http://doi.org/10.18823/asiatefl.2023.20.3.5.582>
- Murphy, D., Leonard, S. J., Taylor, L. K., & Santos, F. H. (2022). Educational achievement and bullying: The mediating role of psychological difficulties. *British Journal of Educational Psychology*, 92(4), 1487–1501. <http://doi.org/10.1111/bjep.12511>
- Qomaria, N., Afifah, A., & Manivannan, R. (2025). Identification of Junior High School Students' Experiences in Using Question Card Media for Algebra Learning, 3(April), 7–10.
- Rodríguez-Nieto, C. A., Font, V., Rodríguez-Vásquez, F. M., & Pino-Fan, L. R. (2023). Onto-semiotic analysis of one teacher's and university students' mathematical connections when problem-solving about launching a projectile. *Journal on Mathematics Education*, 14(3), 563–583.  
<http://doi.org/10.22342/jme.v14i3.pp563-584>
- Rosas-Rivera, Y., & Solovieva, Y. (2023). A Dynamic Evaluation of the Process of Solving Mathematical Problems, according to N.F. Talyzina's Method. *Psychology in Russia: State of the Art*, 16(3), 88–103. <http://doi.org/10.11621/PIR.2023.0307>
- Sari, A. A., Anwar, M. S., & Wawan. (2024). Eksplorasi Etnomatematika Pada Permainan Tradisional Engklek di Pondok Pesantren Walisongo Putri, 2(April).
- Setoromo, M., & Hadebe-Ndlovu, B. N. (2020). An exploration of in-service teachers' understanding of teaching mathematics in grade R classrooms: A case study of grade R in Lesotho University of Kwazulu-Natal, South Africa. *South African Journal of Childhood Education*, 10(1), 1–9.  
<http://doi.org/10.4102/sajce.v10i1.487>
- Soeharto, S., & Csapó, B. (2022). Assessing Indonesian student inductive reasoning: Rasch analysis. *Thinking Skills and Creativity*, 46.  
<http://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101132>
- Suprpto, E., Saryanto, S., Sumiharsono, R., & Ramadhan, S. (2020). The Analysis of Instrument Quality to Measure the Students' Higher Order Thinking Skill in Physics Learning. *Journal of Turkish Science Education*, 17(4), 520–527.  
<http://doi.org/10.36681/tused.2020.42>
- Teoh, S. H., Singh, P. A., Cheong, T. H., Nasir, N. A. M., Rasid, N. S. M., & Zainal, N. B. (2020). An analysis of knowledge in STEM: Solving algebraic problems. *Asian Journal of University Education*, 16(2), 131–140. <http://doi.org/10.24191/AJUE.V16I2.10304>
- Toh, R. Q. E., Koh, K. K., Lua, J. K., Wong, R. S. M., Quah, E. L. Y., Panda, A., ... Krishna, L. K. U. R. (2022). The role of mentoring, supervision, coaching, teaching and instruction on professional identity formation: a systematic scoping review. *BMC Medical Education*, 22(1). <http://doi.org/10.1186/s12909-022-03589-z>
- Turana, Y., Primatanti, P. A., Sukarya, W. S., Wiyanto, M., Duarsa, A. B. S., Wratsangka, R., ... Kurniawan, F. (2022). Impact on Medical Education and the Medical Student's Attitude, Practice, Mental Health, After One Year of the Covid-19 Pandemic in Indonesia. *Frontiers in Education*, 7.  
<http://doi.org/10.3389/educ.2022.843998>
- Ütkür-Güllühan, N. (2021). Social Problem-Solving Activities in The Life Skills Course: Do Primary School Students Have Difficulty Solving Daily Life Problems? *Egitim ve Bilim*, 46(207), 63–84.  
<http://doi.org/10.15390/EB.2021.9396>
- Vostanis, A., Padden, C., Chiesa, M., Rizos, K., & Langdon, P. E. (2021). A Precision Teaching Framework for Improving Mathematical Skills of Students with Intellectual and Developmental Disabilities. *Journal of Behavioral Education*, 30(4), 513–533.  
<http://doi.org/10.1007/s10864-020-09394-2>
- Zhang, L., & Hwang, Y. (2023). "Should I change myself or not?": Examining (Re)constructed language teacher identity during the COVID-19 pandemic through text-mining. *Teaching and Teacher Education*, 127.  
<http://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104092>