



Mengurai benang kusut: analisis kesulitan dan kemampuan pemecahan masalah matriks pada mahasiswa

Widyah Noviana | Try Apriani Atieka

How to cite : Noviana, Widyah. Atieka, Try Apriani (2025). Mengurai benang kusut: analisis kesulitan dan kemampuan pemecahan masalah matriks pada mahasiswa. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 5(2), 665-684. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i2.20708>

To link to this article : <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i2.20708>



©2025. The Author(s). This open access article is distributed under a Creative Commons Attribution (CC BY-SA) 4.0 license.



Published Online on 31 Desember 2025



[Submit your paper to this journal](#)



[View Crossmark data](#)



Mengurai benang kusut: analisis kesulitan dan kemampuan pemecahan masalah matriks pada mahasiswa

Widyah Noviana¹, Try Apriani Atieka²

¹ Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

² Program Studi Pendidikan Agama Islam, Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Universitas Cendekia Abditama, Tangerang, Indonesia

*Corresponding author. Jalan Raya Puspiptek No.46, serpong, 15316, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail: dosen02314@unpam.ac.id¹⁾

Received: 2 September 2025 Accepted: 10 Desember 2025 Published Online: 31 Desember 2025

Abstract

Purpose: This study aims to analyze students' difficulties and problem-solving abilities in arithmetic operations on matrices. **Design/methodology/approach:** is a descriptive method with a qualitative approach. The subjects in this study were 30 students of class 03TPLP012. The instrument used was a test on matrix arithmetic operation. **Findings** The results showed that 4 student (13,3%) has problem solving abilities in the high category, 20 students (66,6%) were in the medium category, and 6 students (20%) were in the low category. From this study, it was found that some students were able to understand the problem, plan the problem, implement the problem, and check in again. However, there were still students who were unable to understand to problem, were unable to plan the problem, were unable to implement the problem, and were unable to check it again. The conclusion of this study was that most students problem-solving abilities were still in the medium category. **Practical Implications:** Lecturers can use this finding to adjust learning strategies, especially with the emphasis on understanding basic matrix concepts. **Originality/Value:** This study examines in depth the difficulties and abilities of students solving matrix problems simultaneously. This study emphasizes the students' thought processes in solving matrix problems, including conceptualization and procedural difficulties that arise at each stage of problem solving.

Keywords: Arithmetic Operation On Matrix; Difficulty Analysis; Problem Solving Abilities;

Abstrak

Purpose: Penelitian ini bertujuan bagaimana menganalisis kesulitan dan kemampuan pemecahan masalah mahasiswa dalam operasi hitung pada matriks. **Design/methodology/approach:** menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa kelas 03TPLP012 dengan jumlah mahasiswa yaitu 30 mahasiswa. Instrumen yang digunakan berupa tes materi operasi hitung matriks. **Findings:** Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 4 mahasiswa (13,3%) memiliki kemampuan pemecahan masalah pada kategori tinggi, 20 mahasiswa (66,6%) berada pada kategori sedang, dan 6 mahasiswa (20%) termasuk dalam kategori rendah. Dari penelitian ini diperoleh bahwa beberapa mahasiswa sudah mampu memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melaksanakan penyelesaian masalah, dan mengecek kembali. Namun ditemukan masih terdapat mahasiswa yang tidak mampu memahami masalah, tidak mampu merencanakan penyelesaian masalah, tidak mampu melaksanakan penyelesaian masalah dan tidak mampu mengecek kembali. Kesimpulan dari penelitian ini diperoleh sebagian besar kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa masih tergolong kategori sedang. **Practical Implications:** dosen dapat menggunakan temuin ini untuk menyesuaikan strategi pembelajaran, khususnya dengan menekankan pemahaman konsep dasar matriks. **Originality/value:** penelitian ini mengkaji secara mendalam kesulitan dam kemampuan pemecahan masalah matriks mahasiswa secara simultan. Studi ini menekankan pada proses berpikir mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matriks, termasuk kesulitan konseptual, prosedural yang muncul pada setiap tahap pemecahan masalah.

Kata kunci: Analisis Kesulitan; Kemampuan Pemecahan Masalah; Operasi Hitung Pada Matriks



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution \(CC BY-SA\) 4.0 license](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) Internasional License.

Pendahuluan

Dalam konteks pembelajaran matematika, permasalahan yang diberikan kepada mahasiswa umumnya disajikan dalam bentuk soal, baik latihan soal, kuis, uts maupun uas yang penyelesaiannya berkaitan dengan keterampilan matematika. Masalah matematika menjadi sarana utama untuk melatih mahasiswa agar memahami masalah sampai mengambil keputusan berdasarkan data dan informasi yang diketahui. Masalah matematika tidak hanya membutuhkan perhitungan, namun pemahaman konsep yang kuat, penalaran yang logis serta mampu mengaitkan dengan berbagai ide matematika lainnya, Masalah matematika merupakan pertanyaan atau soal yang mengandung suatu tantangan untuk diselesaikan, dimana prosedur penyelesaiannya tidak dapat ditempuh dengan langkah rutin (Engelbrecht et al., 2023; Nakawa & Kosaka, 2025). Lebih lanjut masalah matematika merupakan suatu kondisi di mana persoalan yang memuat konsep-konsep matematika berpotensi memberikan tantangan intelektual yang dapat mendorong peningkatan pemahaman serta pengembangan kemampuan matematis (Astiti et al., 2023; Kusumawati & Umam, 2025). Berdasarkan pendapat diatas dapat disimpulkan bahwa masalah matematika berupa soal atau pertanyaan yang menantang untuk diselesaikan mahasiswa guna meningkatkan kemampuan matematis mahasiswa.

Kemampuan menyelesaikan masalah merupakan salah satu kompetensi matematis yang esensial dan harus dimiliki setiap individu (Akuba et al., 2020; Anne & Mangulabnan, 2013). Pemberian pengalaman yang berkelanjutan dalam menyelesaikan masalah sangat penting bagi mahasiswa. Sejalan dengan penelitian (Kurniasih & Muchlis, 2021; Margana et al., 2016; Safitri et al., 2025) dalam proses pembelajaran maupun saat menyelesaikan tugas, berpeluang memanfaatkan pengalaman serta keterampilan yang telah dimiliki untuk diterapkan dalam pemecahan masalah. Dalam pemecahan masalah merupakan proses mengintegrasikan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya dengan pengetahuan baru untuk mengembangkan strategi penyelesaiannya (Schindler et al., 2025). Melalui pengalaman yang diberikan secara berkelanjutan, siswa akan mengalami perkembangan secara menyeluruh, mencakup aspek kognitif, afektif, maupun psikomotorik (An-nawaf et al., 2021). Dari pendapat ahli diatas, kemampuan pemecahan masalah sangatlah penting, karena jika mahasiswa tidak memiliki kemampuan pemecahan masalah maka akan menyulitkan dalam menyelesaikan permasalahan matematika. hal ini akan membuat permasalahan matematika menjadi masalah karena mahasiswa tersebut tidak bisa mengerjakan dan menjawab pertanyaan yang diberikan oleh pengajar.

Dalam proses menyelesaikan masalah, terdapat sejumlah langkah yang dapat ditempuh. (Purnomo et al., 2023) menyatakan bahwa langkah-langkah tersebut meliputi memahami masalah, menyusun perencanaan penyelesaian, melaksanakan rencana yang telah dibuat, serta melakukan pemeriksaan kembali terhadap hasilnya. (Adetia & Adirakasiwi, 2022) mengembangkan kemampuan memecahkan masalah siswa menurut Polya adalah membantu mereka 1) memahami masalah, yakni mengenali konteksnya dan informasi yang dikandungnya, 2) merancang strategi, yakni kemampuan siswa dalam merumuskan langkah penyelesaiannya yang sesuai dengan konsep matematika, 3) melaksanakan strategi, yaitu kemampuan siswa dalam menerapkan langkah-langkah penyelesaian secara sistematis hingga memperoleh hasil akhir, 4) meninjau kembali, yaitu siswa dalam memeriksa dan mengevaluasi kembali hasil penyelesaian yang telah diperoleh. Menurut (Amaliah et al., 2021; Nakawa & Kosaka, 2025) seseorang dianggap telah menguasai kemampuan pemecahan masalah dengan baik jika mereka sudah mampu melalui semua tahapan pemecahan masalah yaitu memahami, memilih strategi yang tepat, kemudian menerapkan dalam penyelesaian masalah (Maskos et al., 2025; Slamet et al., 2025; Tamami et al., 2023).

Salah satu materi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah yaitu materi matriks. Menurut (Laili & Handayani, 2025) memahami dan menafsirkan data yang diberikan merupakan tantangan besar bagi siswa saat menangani masalah matriks. Matriks adalah himpunan bilangan yang tersusun dalam bentuk persegi berdasarkan baris dan kolom, serta dituliskan dengan menggunakan tanda kurung siku atau serupa lainnya. Operasi hitung pada matriks yaitu berupa penjumlahan, pengurangan dan perkalian matriks. Operasi hitung dasar ini harus dikuasai mahasiswa sebelum mempelajari materi matriks yang lebih kompleks seperti determinan, invers, penyelesaian sistem persamaan linier dengan eliminasi gauss maupun gauss jordan.

Berdasarkan informasi yang didapatkan melalui hasil pengamatan 03TPLP012, kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa masih rendah. Sebesar 60% mahasiswa tidak mampu mendapatkan solusi yang benar ketika dihadapkan pada materi kesamaan matriks. Hasil wawancara menyatakan bahwa mahasiswa mampu memahami posisi atau letak yang sama ada matriks, namun belum mampu melanjutkan tahap selanjutnya apakah dijumlahkan, dikurangkan, dikalikan atau dibagi. Padahal operasi hitung pada matriks merupakan kemampuan dasar yang harus dipahami dan dikuasai terlebih dahulu. Mahasiswa seringkali tidak yakin untuk melanjutkan tahap selanjutnya. Lebih lanjut hasil penelitian (Suherlan et al., 2023) juga menyatakan bahwa tingkat kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah matematis masih berada pada kategori

rendah. Pada penelitian (Zulfanir et al., 2024) hasilnya menunjukkan bahwa 6 siswa (17,14%) memiliki kemampuan pemecahan masalah matematis tinggi, 24 siswa (68,57%) berada pada kategori sedang dan 7 siswa (20%) termasuk kategori rendah.

Berdasarkan beberapa permasalahan diatas, peneliti terdorong untuk melakukan penelitian yang bertujuan untuk menganalisis kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa dalam operasi hitung pada matriks. penelitian ini didasarkan dari penelitian terlebih dahulu yang meneliti tentang kemampuan pemecahan masalah. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya berada pada aspek subjek dan materi yang digunakan. Pada penelitian terdahulu subjek yang diteliti hanya pada sampel siswa sekolah menengah dan untuk materi berfokus pada matriks. Pada penelitian ini subjek yang diteliti yaitu mahasiswa prodi teknik informatika dan materi yang diteliti operasi hitung pada matriks (Zulfanir et al., 2024). Berdasarkan uraian diatas rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana kemampuan menyelesaikan mahasiswa dalam operasi hitung pada matriks.

Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dengan metode kualitatif. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa dalam operasi hitung matriks. Data hasil penelitian ini disajikan dalam bentuk uraian. Metode ini dipilih karena memberikan kesempatan bagi para peneliti untuk melakukan eksplorasi secara mendalam terhadap esensi pengalaman individu maupun kelompok (Cresswell, 2009).

Partisipan

Subjek dalam penelitian ini adalah mahasiswa Teknik Informatika semester 3 pada tahun ajaran 2025/2026. Penelitian ini dilaksanakan di Universitas Pamulang dengan total 30 mahasiswa, selanjutnya diberikan tes instrumen yaitu kemampuan menyelesaikan masalah dengan materi operasi hitung pada matriks. Setelah itu, mahasiswa diurutkan berdasarkan skor dan kategorinya sesuai dengan kriteria pengelompokan kemampuan matematis. Dari 30 partisipan diambil mahasiswa yang mewakili kategori tinggi, sedang dan rendah untuk dilakukan wawancara. Berdasarkan kriteria tersebut, wawancara penelitian ini dilakukan pada 3 subjek. Berikut subjek yang terpilih dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Subjek Penelitian yang Dipilih sebagai Partisipan Wawancara

No	Subjek	Kategori
1	IM	Tinggi
2	ARR	Sedang
3	DJ	Rendah

Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data utama dalam penelitian ini menggunakan metode tes tertulis berbentuk uraian (*essay*) pada materi operasi hitung matriks. Instrumen tes ini dirancang untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah mahasiswa berdasarkan indikator tahapan polya, mulai dari memahami masalah hingga memeriksa kembali jawaban. Soal berbentuk uraian dipilih agar peneliti dapat menelusuri secara detail alur berpikir dan prosedur komputasi yang dilakukan mahasiswa. Sebelum digunakan, Instrumen tes telah melalui validasi isi oleh ahli (*expert judgement*) untuk memastikan soal yang diberikan relevan dan mampu mengungkap data yang dibutuhkan.

Selain tes tertulis, penelitian ini juga menggunakan teknik wawancara semi-terstruktur sebagai metode pendukung untuk triangulasi data. Wawancara dilakukan terhadap subjek terpilih yang mewakili kategori kemampuan tinggi, sedang, dan rendah guna mengkonfirmasi jawaban yang ditulis pada lembar tes. Proses ini bertujuan untuk menggali informasi mendalam mengenai alasan di balik langkah-langkah penyelesaian yang diambil, serta mengidentifikasi letak kesalahan atau keraguan (*misconception*) yang tidak terlihat secara eksplisit pada hasil pekerjaan tertulis mahasiswa.

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini mengadopsi model interaktif Miles, Huberman, dan Saldana yang meliputi kondensasi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Pada tahap awal, peneliti melakukan pemeriksaan hasil tes, memberikan skor, dan mereduksi data dengan mengelompokkan mahasiswa ke dalam tiga kategori kemampuan (tinggi, sedang, rendah). Data yang telah terpilih kemudian disajikan (*data display*) secara deskriptif dengan menarasikan profil penyelesaian masalah subjek berdasarkan empat langkah Polya: memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali (*looking back*).

Tahap selanjutnya adalah penarikan kesimpulan dan verifikasi (*conclusion drawing and verification*). Pada tahap ini, peneliti mensintesis temuan dari lembar jawaban dan transkrip

wawancara untuk menemukan pola spesifik mengenai kekuatan dan hambatan yang dialami oleh masing-masing kategori mahasiswa. Kesimpulan akhir ditarik dengan melihat konsistensi antara data tes dan wawancara, yang kemudian diverifikasi kembali untuk memastikan bahwa deskripsi kemampuan pemecahan masalah yang dihasilkan valid dan dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Hasil dan Pembahasan

a. Analisa Kemampuan Menyelesaikan Masalah Mahasiswa Dalam Operasi Hitung Matriks

Pada langkah awal penelitian ini, peneliti memberikan tes kepada mahasiswa teknik informatika untuk mengetahui bagaimana kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa dalam operasi hitung matriks. Berdasarkan hasil kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa dalam operasi hitung matriks dapat dilihat pada tabel

Tabel 2. Hasil Skor Kemampuan Menyelesaikan Masalah

	Skor Kemampuan Menyelesaikan Masalah			
	1	2	3	4
Total	76	46	93	64
Average	2,53	1,53	3,1	2,13
Percentage	63,3 %	38,3%	77,5%	53,3%
Maximum Score	4	4	4	4

Berdasarkan tabel 2 diatas menunjukkan hasil skor kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa. Untuk soal nomor 1 terdapat 63,3% yang berarti sebagian mahasiswa mampu memenuhi langkah-langkah penyelesaian masalah Polya, pada nomor 2 terdapat 38,3% yang berarti mahasiswa belum mampu memenuhi langkah-langkah penyelesaian masalah Polya, pada nomor 3 terdapat 77,5% yang berarti sebagian besar mahasiswa mampu memenuhi langkah-langkah penyelesaian masalah Polya dan pada nomor 4 terdapat 53,3% yang berarti sebagian mahasiswa mampu memenuhi langkah-langkah penyelesaian masalah Polya. Selanjutnya peneliti mengurutkan hasil tes kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa dengan kategori tinggi, sedang dan rendah. Berikut hasil tes kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa dengan kategori. Dari data hasil tes kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa dalam operasi hitung matriks, peneliti menganalisa kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa sesuai indikator kemampuan menyelesaikan masalah. Berikut hasil persentase skor kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa:

Tabel 3 Persentase Hasil Tes Kemampuan Menyelesaikan Masalah

Banyak Mahasiswa	Presentase	Kategori
4	13,3%	Tinggi
20	66,6%	Sedang
6	20%	Rendah

Setelah mengkategorikan hasil tes kemampuan menyelesaikan masalah, selanjutnya peneliti menganalisis pencapaian kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa berdasarkan tahapan polya. Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa sebanyak 6 mahasiswa atau 20% yang berkategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa dengan kategori tinggi sudah mampu memenuhi tahapan polya. Mahasiswa tersebut dapat memahami masalah dengan menuliskan informasi seperti diketahui dan ditanyakan, pada tahap merencanakan menyelesaikan, mahasiswa mampu menyusun model matematika dan menyusun persamaan, pada tahap melaksanakan rencana, mahasiswa mampu mengerjakan sesuai model matematika yang dibuat dan benar, serta pada tahap pemeriksaan kembali, mahasiswa mampu menentukan kesimpulan berupa angka dan mampu mencoba mensubstitusi hasil jawaban ke dalam soal sebagai bentuk mengoreksi kembali. Terdapat sebanyak 20 mahasiswa atau 66,6 yang berkategori sedang. Hal ini menunjukkan bahwa mahasiswa dengan kategori sedang pada tahap memahami masalah masih mampu untuk menuliskan informasi, namun untuk tahap merencanakan penyelesaian masalah dan melaksanakan rencana masih terdapat kesalahan sehingga tidak dapat memberikan kesimpulan akhir yang benar sebagai tahap pemeriksaaan kembali. Selanjutnya, sebanyak 4 mahasiswa atau 13,3% berkategori rendah. Pada mahasiswa dengan kategori rendah, pada tahap pemahaman masalah, mahasiswa belum mampu menuliskan unsur diketahui dengan benar, pada tahap merencanakan penyelesaian masalah terdapat kekeliruan, pada tahap melaksanakan rencana tidak dapat menyelesaikan, sehingga tidak dapat memeriksa kembali.

Setelah menganalisis pencapaian kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa berdasarkan tahapan polya, selanjutnya diambil 3 subjek penelitian secara random berdasarkan kategori tinggi, sedang dan rendah. Subjek dalam penelitian ini yaitu 1 mahasiswa kategori tinggi, 1 mahasiswa kategori sedang dan 1 mahasiswa kategori rendah. Untuk menyakinkan hasil penelitian, peneliti melakukan wawancara yang dapat dilihat dibawah ini:

Kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa kategori rendah (DJ)

Analisis data DJ dalam langkah-langkah polya

No 1
Diketahui :
$$\begin{bmatrix} 1 & -4 \\ \frac{1}{3} & 1\frac{1}{2} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ -3 & 4 \end{bmatrix} = \dots$$

Ditanya : Tentukan hasil dari matriks tsb ?
Jawab :
$$\begin{bmatrix} 1 & -4 \\ \frac{1}{3} & 1\frac{1}{2} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ -3 & 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & -3 \\ -\frac{2}{3} & 1\frac{3}{2} \end{bmatrix}$$

Saya tidak tahu ini benar atau salah
begitu mengerjakan lupa semua caranya bu.

Gambar 1: Jawaban DJ pada soal nomer 1

Berdasarkan gambar 1. Pada soal nomor 1, DJ mampu memahami masalah namun salah semua dalam merencanakan penyelesaian masalah, melaksanakan penyelesaian masalah dan mengecek kembali. berikut hasil wawancara DJ dalam menyelesaikan soal nomor 1:

Peneliti : DJ apa jenis operasi hitung pada soal nomor 1?

DJ : Soal nomor 1 merupakan operasi hitung pengurangan bu

Peneliti : Bagaimana cara mengerjakan operasi hitung pengurangan?

DJ : Angka pada posisi yang sama dikurangi bu

Peneliti : Silahkan jelaskan DJ kenapa nomer 1 ini banyak keliru?

DJ : Saya masih sering salah untuk operasi hitung yang terdapat bilangan negative dan pecahan bu.

Peneliti : Apakah kamu belum paham tentang konsep operasi hitung positif negative serta konsep operasi hitung pecahan?

DJ : Iya bu saya masih belum paham untuk operasi tersebut.

Kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa kategori Tinggi (IM)

Analisis data IM dalam langkah-langkah polya

no. 2
Diketahui:

$$\begin{bmatrix} 2a & 2 & -3b \\ 4 & -1 & -4 \\ c & b & 2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -a & -3 & b \\ -5 & 5 & c \\ -5 & 4 & 7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -2 & -5 & b \\ -1 & 4 & -2 \\ -3 & 1 & 5 \end{bmatrix}$$

Ditanya: Tentukan nilai a, b, dan c ✓

Jawab:

$$c + (-5) = -3$$
$$c = -3 + 5 \quad \checkmark$$
$$c = 2$$
$$b + 4 = 1$$
$$b = 1 - 4 \quad \checkmark$$
$$b = -3$$
$$2a + (-a) = -2 \quad \checkmark$$
$$a = -2$$

Jadi nilai a = -2, b = -3, dan c = 2 ✓

Gambar 2. Jawaban IM pada soal nomor 2

Berdasarkan gambar 2. Pada soal nomor 2, IM sudah mampu memahami langkah-langkah polya yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melakukan penyelesaian masalah, dan mengecek kembali. Berikut hasil wawancara IM dalam menyelesaikan soal nomor 2:

Peneliti : Jenis Matriks apa yang kamu ketahui untuk soal nomor 2?

IM : Kesamaan Matriks bu

Peneliti : Apa yang dimaksud dengan kesamaan matriks?

IM : yang seletak nilainya sama bu

Peneliti : kalau untuk soal nomor 2 ini bagaimana cara mengerjakannya?

IM : Dihitung dulu bu yang seletak posisinya, karena yang dicari misal c, berarti
 $c + (-5) = 3$, maka $c = -3 + 5 = 2$. Begitupun untuk menentukan b atau a bu

Peneliti : Bagaimana kita bisa tahu, kalau jawabannya benar?

IM : Dengan mengecek kembali, nanti hasilnya sama bu antara matriks disebelah kiri dengan matriks di sebelah kanan.

Peneliti : Kalau untuk operasi hitungnya dengan operasi hitung bilangan positif dan negative. apakah sudah paham konsepnya?

IM : Ya bu, saya sudah mengerti konsep operasi hitung bilangan positif dan negative

Berdasarkan analisis data pada Gambar 2, subjek dengan kemampuan tinggi (IM) menunjukkan penguasaan yang sangat baik dalam menyelesaikan masalah operasi hitung pada materi kesamaan matriks. Secara visual, lembar jawaban menunjukkan bahwa IM mampu mengidentifikasi elemen-elemen yang seletak dan menyusun persamaan linear sederhana untuk

mencari nilai variabel a, b dan c dengan tepat. Dalam wawancara, IM secara eksplisit menyatakan pemahamannya mengenai konsep “kesamaan matriks” dan mampu menjelaskan prosedur penyelesaian langkah demi langkah, mulai dari operasi penjumlahan hingga pencarian nilai variabel. Kemampuan IM dalam menuntaskan seluruh tahapan ini mengindikasikan bahwa subjek telah memenuhi empat langkah pemecahan masalah yang dikemukakan oleh (Xiaoyu et al., 2025) yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana, dan memeriksa kembali.

Temuan ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa siswa dengan kemampuan matematika tinggi cenderung memiliki skema berpikir yang terstruktur dalam materi aljabar linear. Hal ini dikuatkan oleh penelitian Scheiner, (2023) yang menemukan bahwa siswa kategori tinggi pada materi matriks umumnya tidak mengalami hambatan berarti dalam menerjemahkan masalah ke dalam model matematika. Selain itu, kemampuan IM dalam menjelaskan konsep “seletak” dan “nilainya sama” menunjukkan penguasaan konsep yang mendalam, yang menurut (Akuba et al., 2020) merupakan model utama dalam kemampuan penalaran dan pemecahan masalah. Konsistensi antara hasil pekerjaan tulis dan verbal IM juga merefleksikan tingginya efikasi diri subjek, selaras dengan temuan (Laili & Handayani, 2025) yang menyimpulkan bahwa terdapat hubungan positif antara keyakinan diri siswa dengan performa penyelesaian soal matriks.

Aspek menarik dari temuan ini adalah kedisiplinan IM dalam melakukan tahap looking back atau memeriksa kembali jawaban, sebagaimana terungkap dalam kutipan wawancara “dengan mengecek kembali, nanti hasilnya sama”. Tahapan ini sering kali diabaikan oleh siswa pada umumnya, yang kerap menjadi sumber kesalahan fatal dalam operasi matriks. Berbeda dengan temuan (Suherlan et al., 2023) yang sering menemukan kesalahan operasi hitung akibat ketidaktelitian siswa SMK dan SMA, subjek IM justru menunjukkan hasil studi (Zulfanar et al., 2024) yang menekankan bahwa penerapan langkah Polya secara utuh, terutama tahap pengecekan sangat efektif meminimalisir kesalahan elementer pada operasi matriks.

Secara keseluruhan, keberhasilan IM tidak hanya didasari oleh keterampilan berhitung, tetapi juga pemahaman relasional terhadap konsep bilangan positif dan negatif dalam matriks. Kondisi ini menegaskan pentingnya pembelajaran yang tidak sekedar prosedural, namun juga menyentuh aspek visualisasi konsep dan pemaknaan mendalam (*deep learning*), sebagaimana disarankan oleh (Slamet et al., 2025). Oleh karena itu, implikasi dari penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi pendidik matematika untuk lebih menekankan pembiasaan tahap evaluasi

(pengecekan kembali) dalam pembelajaran matriks guna membentuk kemandirian dan akurasi pemecahan masalah mahasiswa secara komprehensif.

Kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa kategori Rendah (DJ)

Analisis data DJ dalam langkah-langkah Polya

No 3 :

Diketahui : $\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 4 & -8 \\ 6 & \frac{3}{2} \end{bmatrix}$

Ditanya : Tentukan hasil Perkalian dari matriks tersebut!

Jawab :

$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 4 & -8 \\ 6 & \frac{3}{2} \end{bmatrix} = \dots \boxed{\begin{bmatrix} 4 \\ 2 \end{bmatrix}}$

Maaf bu saya tidak bisa yang ini

Gambar 3. Jawaban DJ pada soal nomer 3

Berdasarkan gambar 3. Pada soal nomor 3, DJ hanya mampu memahami masalah, namun tidak melanjutkan langkah-langkah selanjutnya. Berikut hasil wawancara DJ dalam menyelesaikan soal nomor 3:

Peneliti : Menurut kamu soal nomor 3 ini namanya perkalian apa?

DJ : Perkalian skalar ya bu

Peneliti : Iya, ini kenapa tidak dilanjutkan?

DJ : Karena saya ragu bu, apa benar $\frac{1}{2} \times 4 = \frac{4}{2}$

Peneliti : Iya itu sudah benar, tinggal kamu sederhanakan lagi $4/2 = 2$

DJ : Iya bu, saya masih ragu untuk mengalikan $\frac{1}{2}$ ke masing-masing elemen di dalam matriks

Peneliti : Jadi kenapa ragu tidak dilanjutkan?

DJ : Iya bu

Berdasarkan analisis lembar jawaban dan wawancara pada Gambar 3, subjek DJ (kategori rendah) mengalami hambatan signifikan pada tahap pelaksanaan rencana (carrying out the plan) dalam menyelesaikan operasi perkalian skalar matriks. Meskipun DJ mampu mengidentifikasi jenis masalah sebagai “perkalian skalar” pada tahap awal, ia gagal menuntaskan prosedur perhitungan karena keraguan terhadap operasi aritmatika dasar yang melibatkan

pecahan $\frac{1}{2}$. Kegagalan ini menunjukkan bahwa pemahaman konsep definisi matriks tidak serta-merta menjamin keberhasilan pemecahan masalah jika tidak didukung oleh keterampilan hitung dasar yang kuat. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Blum & Borromeo, 2009) serta (Suherlan et al., 2023), yang mengungkapkan bahwa jenis kesalahan paling dominan pada siswa berkemampuan rendah bukanlah kesalahan konsep, melainkan kesalahan operasi (*calculation error*) dan ketidaktelitian dalam memproses angka.

Hambatan yang dialami DJ secara spesifik terletak pada ketidakmampuan melakukan operasi prasyarat, yaitu perkalian bilangan pecahan dengan bilangan bulat. Hal ini terkonfirmasi dari pengakuan subjek, “saya masih ragu untuk mengalikan $\frac{1}{2}$ ke masing-masing elemen”. Fenomena ini mendukung temuan Canedo Junior et al., (2025), yang menyatakan bahwa penguasaan materi prasyarat (seperti bilangan bulat dan pecahan) adalah fondasi mutlak; kelemahan di aspek ini akan menghambat penyelesaian masalah matematika yang lebih kompleks meskipun siswa memahami rumus utamanya. Dengan demikian, kesalahan DJ bersifat hierarkis, di mana ketidaktuntasan pada materi sebelumnya berdampak langsung pada performa materi matriks saat ini.

Dari perspektif afektif, ungkapan “saya ragu bu” dan keputusan DJ untuk berhenti mengerjakan soal (“maaf bu saya tidak bisa yang ini”) mengindikasikan rendahnya efikasi diri (*self-efficacy*). Keraguan ini menjadi penghalang mental yang memutus proses kognitif sebelum solusi ditemukan. Hal ini konsisten dengan studi (Akuba et al., 2020) serta (Laili & Handayani, 2025), yang menyimpulkan bahwa terdapat korelasi positif yang kuat antara efikasi diri dengan kemampuan pemecahan masalah; ketika keyakinan diri siswa rendah, mereka cenderung mudah menyerah saat menghadapi tantangan hitungan. Selain itu, kondisi psikologis DJ juga relevan dengan penelitian Irfan (2017) yang menyebutkan bahwa kecemasan matematika seringkali bermanifestasi dalam bentuk keraguan yang menyebabkan siswa tidak dapat melanjutkan langkah prosedural meskipun sebenarnya mereka memiliki potensi untuk menyelesaikannya.

Secara keseluruhan, profil penyelesaian masalah DJ menegaskan bahwa intervensi pembelajaran tidak cukup hanya berfokus pada materi matriks semata, tetapi juga harus menyentuh aspek penguatan mental dan perbaikan kemampuan dasar. Temuan ini memperkuat urgensi penerapan *deep learning* yang tidak hanya menekankan pada hafalan prosedur, tetapi juga visualisasi konsep dan kepercayaan diri, sebagaimana disarankan oleh (Slamet et al., 2025). Implikasi praktis dari penelitian ini menyarankan perlunya pendidik melakukan *scaffolding* yang

bersifat personal untuk mengatasi kecemasan siswa tipe DJ, serta memberikan latihan penguatan operasi hitung dasar sebelum masuk ke materi aljabar matriks yang lebih abstrak.

Kemampuan menyelesaikan masalah mahasiswa kategori Sedang (ARR)

Analisis data ARR dalam langkah-langkah polya

No 4

Diketahui :

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 7 & 5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -1 & \frac{1}{2} & 0 \\ -3 & 5 & 6 \\ 2 & 4 & 7 \end{bmatrix} = \dots$$

Ditanya : Tentukan hasil perkalian tersebut !

Jawab :

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 7 & 5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} -1 & \frac{1}{2} & 0 \\ -3 & 5 & 6 \\ 2 & 4 & 7 \end{bmatrix}$$

$$A(2 \times 3) \cdot B(3 \times 3) = AB(2 \times 3)$$

$$= \begin{bmatrix} -1 + (-6) + 6 & \frac{1}{2} + 10 + 12 & 0 + 12 + 21 \\ -4 + (-21) + 10 & 2 + 35 + 20 & 0 + 42 + 35 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} -1 & \frac{27}{2} & 33 \\ -15 & 57 & 77 \end{bmatrix}$$

Gambar 4 Jawaban ARR pada soal nomor 4

Berdasarkan gambar 4. Pada soal nomor 4, ARR mampu memahami langkah-langkah Pola yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melakukan penyelesaian masalah dan mengecek kembali, namun masih terdapat sedikit kesalahan yaitu tidak teliti dalam operasi hitung campuran yang melibatkan pecahan pecahan dan bilangan bulat. Berikut hasil wawancara ARR dalam menyelesaikan soal nomor 4:

Peneliti : Operasi hitung apa yang kamu ketahui untuk soal nomor 4?

IM : Operasi hitung perkalian pada matriks bu

Peneliti : bagaimana cara mengerjakan operasi hitung perkalian pada matriks?

IM : baris kali kolom bu

Peneliti : Bagaimana langkah-langkah pengerjaannya?

ARR : Menentukan masing-masing ordonya bu, matriks pertama ordonya 2×3 dan matriks. Kalau ordonya 3×3 sehingga akan menghasilkan matriks ordo 2×3 . Kalau sudah baru kalikan baris dengan kolom.

Peneliti : nah ini ada sedikit salah hitung ya untuk posisi baris pertama kolom kedua, silahkan jelaskan?

ARR : Iya bu, saya sedikit lupa operasi hitung pada pecahan.

Berdasarkan analisis pada Gambar 4, subjek kategori sedang (ARR) menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam memahami masalah dan merencanakan penyelesaian

(*devised a plan*) sesuai tahapan Polya. ARR mampu mengidentifikasi ordo matriks 2×3 dikalikan dengan matriks ordo 3×3 serta menentukan prosedur perkalian “baris dikali kolom” dengan tepat. Namun hambatan muncul pada tahap pelaksanaan rencana (*carrying out the plan*), dimana terjadi kesalahan komputasi pada operasi hitung campuran yang melibatkan bilangan pecahan. Dalam wawancara, ARR mengakui kesalahannya dengan mengatakan “sedikit lupa operasi hitung pada pecahan” yang mengakibatkan hasil akhir matriks menjadi tidak akurat. Fenomena ini menunjukkan bahwa meskipun pemahaman konseptual aljabar matriks sudah terbentuk, kelemahan pada ketelitian prosedur aritmatika menjadi penghalang utama dalam mencapai solusi yang sempurna.

Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Suherlan et al., 2023) serta (Strohmaier et al., 2020) yang mengungkapkan bahwa kesalahan yang sering dilakukan siswa dalam materi matriks bukan terletak pada konsep matriks itu sendiri, melainkan kesalahan teknis dalam operasi penjumlahan dan perkalian bilangan dasar. Berbeda dengan subjek kategori rendah (DJ) yang menyerah karena keraguan konseptual, subjek ARR memiliki kepercayaan diri untuk mencoba menyelesaikan soal hingga akhir, namun gagal dalam aspek presisi. Hal ini mengonfirmasi studi Cevikbas & Kaiser, (2023) yang menekankan bahwa penguasaan materi prasyarat, seperti operasi bilangan bulat dan pecahan, memegang peranan vital dalam keberhasilan masalah matematika tingkat lanjut.

Lebih lanjut, ketidakmampuan ARR mendeteksi kesalahan hitung tersebut mengidentifikasi belum optimalnya pelaksanaan tahap keempat Polya, yaitu memeriksa kembali (*looking back*). Jika subjek melakukan verifikasi ulang terhadap operasi pecahan $\frac{1}{2} + 10 + 12$ kesalahan penulisan hasil $\frac{22}{2}$ seharusnya $\frac{44}{2}$ dapat dihindari. Kelemahan dalam langkah evaluasi ini relevan dengan temuan (Zulfaniar et al., 2024), yang menyatakan bahwa banyak siswa mengabaikan langkah pengecekan kembali karena merasa yakin dengan alur penyelesaian yang telah dibuat, padahal langkah ini krusial untuk memvalidasi akurasi jawaban akhir. Kegagalan ARR bukan pada strategi pemecahan masalah secara global, melainkan pada eksekusi mikro yang melibatkan ketelitian (*accuracy*).

Secara keseluruhan, kasus ARR menyoroti bahwa kompetensi mahasiswa dalam menyelesaikan masalah matriks bersifat hierarkis dan kumulatif. Temuan ini memberikan implikasi penting bahwa dalam pembelajaran matematika di tingkat universitas, dosen tidak boleh mengasumsikan bahwa seluruh mahasiswa telah tuntas sepenuhnya dengan kemampuan dasar aritmatika. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mendorong deep learning,

tidak hanya sekedar menghafal prosedur perkalian matriks, tetapi juga melatih kepekaan angka dan disiplin verifikasi jawaban sebagaimana disarankan oleh (Slamet et al., 2025). Kontribusi dari temuan ini menyarankan perlunya integrasi latihan penguatan operasi bilangan real di awal perkuliahan aljabar linear untuk meminimalisir distorsi pemahaman yang disebabkan oleh kesalahan elementer.

Hasil penelitian mengungkapkan bahwa keterampilan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah operasi hitung matriks pada kategori tinggi menunjukkan sebanyak 3 mahasiswa mampu dalam indikator langkah-langkah Polya yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian masalah, melaksanakan rencana penyelesaian masalah dan mengoreksi kembali. Berdasarkan perwakilan dari hasil wawancara, mahasiswa kategori tinggi sangat percaya diri dalam menjelaskan langkah-langkah pengerjaan. Berdasarkan tahapan Polya, pada tahap memahami masalah, mahasiswa kategori tinggi mampu menuliskan informasi yang terdapat pada soal dan yang ditanyakan dengan benar. Pada langkah merencanakan penyelesaian masalah, mahasiswa kategori tinggi mampu menuliskan rumus ataupun strategi yang digunakan untuk menjawab masalah dengan benar. Pada langkah melaksanakan penyelesaian masalah, mahasiswa kategori tinggi mampu menyelesaikan masalah dengan mendapatkan jawaban yang tepat. Pada tahap akhir, yaitu mengoreksi kembali mahasiswa tidak menuliskan kembali hasil koreksinya, namun sudah menuliskan kesimpulan yang tepat dari hasil hitungannya. Sejalan dengan penelitian yang menjelaskan bahwa siswa tidak melaksanakan tahap mengecek kembali karena merasa yakin jawaban yang diberikan sudah benar (Geiger et al., 2023; Irfan, 2017; Nakawa & Kosaka, 2025). Lebih lanjut penelitian dari (Aspiandi & Nursangaji, 2020) menyatakan bahwa siswa yang dapat menyelesaikan soal dengan benar menunjukkan bahwa ia telah melakukan operasi hitung melalui kemampuan pemecahan masalah. Namun pada kategori ini terdapat 1 mahasiswa yang sudah mampu mengikuti langkah-langkah Polya, namun memiliki sedikit lahan dalam melaksanakan masalah.

Pada kategori sedang menunjukkan sebanyak 20 mahasiswa masih belum memenuhi indikator langkah-langkah Polya. Pada langkah memahami masalah, mahasiswa kategori sedang mampu memahami masalah, mahasiswa pada kategori sedang ini mampu menuliskan informasi pada soal dan yang perlu dicari. Pada tahap merencanakan penyelesaian masalah, mahasiswa tidak bisa melakukan karena salah hitung ataupun tidak teliti sehingga tidak dapat melanjutkan tahap mengoreksi kembali. Hasil wawancara menunjukkan mahasiswa kategori sedang, lupa dalam operasi hitung yang melibatkan pecahan.

Pada kategori rendah menunjukkan sebanyak 6 mahasiswa belum mampu memenuhi langkah-langkah Polya. Beberapa mahasiswa kategori rendah mampu memahami masalah, namun terdapat 2 mahasiswa yang tidak mampu menyelesaikan masalah. Mahasiswa kategori rendah yang memahami masalah dapat menuliskan informasi yang diketahui dan ditanyakan pada soal. Namun untuk tahap selanjutnya berdasarkan hasil wawancara, mahasiswa tidak mengerti, tidak ingat, tidak teliti bahkan ragu dalam melanjutkan prosesnya. Sedangkan untuk mahasiswa kategori rendah yang tidak mampu menyelesaikan masalah, mereka tidak mampu memahami masalah yaitu tidak dapat menuliskan unsur diketahui dan ditanyakan, jawaban kosong ataupun jawaban asal sehingga tidak dapat melanjutkan tahapan Polya yang lainnya. Sejalan dengan penelitian Torregrosa & Albarracín, (2025) yang menjelaskan bahwa penyebab siswa mengalami kesulitan dalam memenuhi indikator memahami masalah ialah karena mereka tidak terbiasa mengerjakan soal pemecahan masalah, sehingga tidak mampu mengidentifikasi informasi yang diberikan maupun yang harus dicari.

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa profil kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah operasi hitung matriks sangat bervariasi dan bertingkat sesuai dengan tahapan Polya. Temuan utama menunjukkan bahwa mahasiswa berkemampuan tinggi (IM) mampu menerapkan keempat langkah Polya secara utuh, termasuk tahap verifikasi, sehingga menghasilkan solusi yang presisi. Sebaliknya, mahasiswa berkemampuan sedang (ARR) memiliki pemahaman konsep yang baik namun terhambat pada aspek akurasi komputasi akibat ketidaktelitian, sedangkan mahasiswa berkemampuan rendah (DJ) mengalami kegagalan fundamental pada tahap pelaksanaan rencana (*Carrying out the plan*) yang disebabkan oleh lemahnya penguasaan operasi aritmatika dasar dan rendahnya efikasi diri.

Disparitas hasil tersebut terjadi melalui mekanisme dampak bersifat hierarkis. Keberhasilan pemecahan masalah matriks terbukti tidak hanya bergantung pada pemahaman definisi aljabar linear, tetapi sangat dipengaruhi oleh penguasaan materi prasyarat (operasi bilangan bulat dan pemecahan) serta kesiapan mental. Kesalahan yang terjadi pada kelompok sedang dan rendah secara konsisten bermuara pada pengabaian langkah pengecekan kembali (*looking back*) dan ketidaksiapan menghadapi kompleksitas hitungan, yang akhirnya memutus alur kognitif penyelesaian masalah sebelum solusi tercapai.

Mengingat keterbatasan peneliti ini yang hanya berfokus pada diagnosa kesalahan pada matriks tertentu, langkah masa depan disarankan untuk mengembangkan instrumen intervensi

berupa scaffolding atau modul remedial yang secara spesifik menargetkan penguatan operasi hitung dasar bagi mahasiswa tingkat awal. Penelitian lanjutan juga perlu memperluas cakupan pada analisis kuantitatif untuk mengukur seberapa besar pengaruh kecemasan matematika (*math anxiety*) terhadap kegagalan prosedur pada sampel yang lebih luas.

Secara visi yang lebih luas, studi ini menegaskan urgensi orientasi pembelajaran matematika di perguruan tinggi yang tidak sekedar mengejar target kurikulum materi lanjut, melainkan memastikan kekokohan pondasi dasar (*fundamental skills*). Upaya ini diharapkan dapat mewujudkan lingkungan belajar *deep learning* yang mampu mencetak lulusan yang tidak hanya hafal rumus, tetapi memiliki ketangguhan nalar, ketelitian tinggi, dan kepercayaan diri yang kuat dalam memecahkan masalah yang kompleks.

Daftar Pustaka

- Adetia, R., & Adirakasiwi, A. G. (2022). Kemampuan pemecahan masalah matematis ditinjau dari self-efficacy siswa. *Jurnal Educatio*, 8(2), 526–535. <https://doi.org/10.31949/educatio.v8i2.2036>
- Akuba, S. F., Purnamasari, D., & Firdaus, R. (2020). Pengaruh kemampuan penalaran, efikasi diri dan kemampuan memecahkan masalah terhadap penguasaan konsep matematika. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 4(1), 44–60. <https://doi.org/10.33603/jnpm.v4i1.2827>
- Amaliah, F., Sutirna, & Zulkarnaen, R. (2021). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi segiempat dan segitiga. *Aksioma: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 12(1), 10–20. <https://doi.org/10.26877/aks.v12i1.7202>
- An-nawaf, F. Z., Karimah, S., & Adna, S. F. (2021). Penerapan pembelajaran Google Classroom berbantuan video animasi terhadap kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMP Negeri 5 Pekalongan. *Journal of Instructional Mathematics*, 2(1), 36–43. <https://doi.org/10.37640/jim.v2i1.933>
- Anne, P., & Mangulabnan, T. M. (2013). Assessing translation misconceptions inside the classroom: A presentation of an instrument and its results. *US-China Education Review*, 3(6), 365–373.

- Aspiandi, H., & Nursangaji, A. (2020). Deskripsi kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi bangun datar di SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran: Khatulistiwa*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.26418/jppk.v9i11.43350>
- Astiti, A. D., Murti, R. C., & Hakiki, M. (2023). Development of web-based digital libraries as learning resource facilities in elementary schools. *Jurnal Kajian Informasi & Perpustakaan*, 11(1), 147–164. <https://doi.org/10.24198/jkip.v11i1.42192>
- Blum, W., & Borromeo, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1), 45–58.
- Canedo Junior, N., Borba, M. C., & Villa-Ochoa, J. A. (2025). Contributions of digital videos in mathematical modelling practices: Meanings and resources semiotics. *ZDM – Mathematics Education*, 57(2/3), 473–488. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01681-4>
- Cevikbas, M., & Kaiser, G. (2023). Can flipped classroom pedagogy offer promising perspectives for mathematics education on pandemic-related issues? A systematic literature review. *ZDM – Mathematics Education*, 55(1), 177–191. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01388-w>
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. SAGE Publications, Inc.
- Engelbrecht, J., Borba, M. C., & Kaiser, G. (2023). Will we ever teach mathematics again in the way we used to before the pandemic? *ZDM – Mathematics Education*, 55(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01460-5>
- Geiger, V., Gal, I., & Graven, M. (2023). The connections between citizenship education and mathematics education. *ZDM – Mathematics Education*, 55(5), 923–940. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01521-3>
- Irfan, M. (2017). Analisis kesalahan siswa dalam pemecahan masalah berdasarkan kecemasan belajar matematika. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 8(2), 143–149. <https://doi.org/10.15294/kreano.v8i2.8779>
- Kurniasih, N., & Muchlis, A. (2021). Analisis kemandirian belajar matematika siswa SMA Kelas XI selama pembelajaran jarak jauh. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 1(2), 117–126. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v1i2.6568>

- Kusumawati, E., & Umam, K. (2025). Strengthening teacher competence for leading and sustaining the implementation of the Merdeka Curriculum. *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2501458>
- Laili, W., & Handayani, U. F. (2025). Kemampuan pemecahan masalah siswa Kelas XI dalam menyelesaikan soal matriks ditinjau dari self-efficacy. *Jurnal Armada Pendidikan*, 3(3), 111–124. <https://doi.org/10.60041/jap.v3i3.223>
- Margana, A. (2016). Pengaruh penggunaan model pembelajaran problem based instruction terhadap kemampuan pemecahan masalah matematik siswa. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika STKIP Garut*, 5(3), 195–204. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v5i1.341>
- Maskos, K., Schulz, A., Oeksuez, S. S., & Rakoczy, K. (2025). Formative assessment in mathematics education: A systematic review. *ZDM – Mathematics Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01696-x>
- Nakawa, N., & Kosaka, M. (2025). Aligning cross-curricular inquiry-based high school textbooks with curriculum guidelines. *ZDM – Mathematics Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01701-3>
- Purnomo, A. R., Yulianto, B., Mahdiannur, M. A., & Subekti, H. (2023). Embedding Sustainable Development Goals to support Curriculum Merdeka using projects in biotechnology. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 22(1), 406–433. <https://doi.org/10.26803/ijlter.22.1.23>
- Safitri, P. T., Purbaningrum, K. A., & Nopitasari, D. (2025). Arsitek pemahaman ruang: Studi profil kemampuan spasial mahasiswa calon guru matematika untuk mengembangkan pedagogi geometri analitik ruang yang efektif. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 5(1), 175–192. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i1.19092>
- Scheiner, T. (2023). Shifting the ways prospective teachers frame and notice student mathematical thinking: From deficits to strengths. *Educational Studies in Mathematics*, 114(1), 35–61. <https://doi.org/10.1007/s10649-023-10235-y>
- Schindler, M., Simon, A. L., Baumanns, L., & Lilienthal, A. J. (2025). Eye-tracking research in mathematics and statistics education: Recent developments and future trends. A

- systematic literature review. *ZDM – Mathematics Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s11858-025-01699-8>
- Slamet, S., Hendriana, B., & Supiat. (2025). Mengungkap perspektif siswa: Peran deep learning dalam visualisasi konsep dan pemecahan masalah matematika. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 5(1), 225–237. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v5i1.19310>
- Strohmaier, A. R., Schiepe-Tiska, A., Chang, Y. P., Müller, F., Lin, F. L., & Reiss, K. M. (2020). Comparing eye movements during mathematical word problem solving in Chinese and German. *ZDM – Mathematics Education*, 52(1), 45–58. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01080-6>
- Suherlan, M. Z. F., Bernard, M., & Zanthly, L. S. (2023). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SMK pada materi matriks. *Jurnal Pembelajaran Matematika Inovatif*, 6(2), 505–514. <https://doi.org/10.22460/jpmi.v6i2.11206>
- Tamami, M., Santi, V. M., & Aziz, T. A. (2023). Pengembangan buku ajar matematika dengan pendekatan Contextual Teaching and Learning (CTL) pada materi statistika untuk siswa Kelas XI SMK Bisnis dan Manajemen. *International Journal of Progressive Mathematics Education*, 3(1), 24–34. <https://doi.org/10.22236/ijopme.v3i1.7620>
- Torregrosa, A., & Albarracín, L. (2025). Characterizing metacognitive processes and mathematical skills during problem solving by using a non-linear orientation base as a self-regulation tool. *Educational Studies in Mathematics*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s10649-025-10451-8>
- Xiaoyu, W., Zainuddin, Z., & Hai Leng, C. (2025). Generative artificial intelligence in pedagogical practices: A systematic review of empirical studies (2022–2024). *Cogent Education*, 12(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2025.2485499>
- Zulfanjar, E. N., Rasiman, & Pramono. (2024). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa kelas XI PH 4 SMKN 6 Semarang pada materi matriks berdasarkan langkah Polya. *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, 10(2), 54–65. <https://doi.org/10.36889/didaktik.v10i2.2796>