

## Pengaruh Penerapan Metode Eliminasi Gauss dalam Penyelesaian Soal Dinamika Rotasi Terhadap Kemampuan Penalaran Matematis dan Hasil Belajar

Ummi Zahrotul Ainiyah<sup>1\*</sup>, Bambang Supriadi<sup>1</sup>, Ulfa Mazidah<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jember

<sup>2</sup>Madrasah Aliyah Negeri 1 Jember

Email: [bambangsupriadi.fkip@unej.ac.id](mailto:bambangsupriadi.fkip@unej.ac.id)

**Diterima:** 18 Desember 2025. **Direvisi:** 14 Maret 2026. **Disetujui:** 31 Maret 2026.

### Abstrak

Pembelajaran dinamika rotasi merupakan salah satu materi fisika yang memerlukan kemampuan penalaran matematis karena penyelesaiannya melibatkan sistem persamaan linear yang kompleks. Kondisi tersebut menyebabkan murid mengalami kesulitan dalam memahami keterkaitan antar variabel serta menentukan langkah penyelesaian yang tepat. Oleh karena itu, diperlukan metode penyelesaian soal yang sistematis dan terstruktur dalam menyelesaikan sistem persamaan linear yang kompleks. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penerapan metode eliminasi Gauss dalam penyelesaian soal materi dinamika rotasi pada proses pembelajaran terhadap kemampuan penalaran matematis dan hasil belajar murid. Penelitian menggunakan metode penelitian Quasy Experiment dengan desain posttest only control design yang dilaksanakan di MAN 1 Jember. Analisis data menggunakan uji Mann-Whitney. Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada kemampuan penalaran matematis murid, khususnya pada indikator mengajukan dugaan, manipulasi matematis dan menarik kesimpulan ( $p < 0,05$ ), sedangkan indikator memprediksi proses jawaban dan penyelesaian tidak menunjukkan perbedaan signifikan ( $p > 0,05$ ). Selain itu, hasil belajar murid juga menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua kelas. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan metode eliminasi Gauss sebagai prosedur penyelesaian yang sistematis dan terstruktur mampu membantu murid dalam memahami keterkaitan antar konsep serta berkontribusi terhadap kemampuan penalaran matematis murid pada materi dinamika rotasi.

**Kata Kunci:** Kemampuan Penalaran Matematis, Hasil Belajar, Eliminasi Gauss

### Abstract

*Learning rotational dynamics is one of the physics subjects that requires mathematical reasoning skills because its solution involves a complex system of linear equations. This condition causes students to have difficulty understanding the relationship between variables and determining the appropriate solution steps. Therefore, a systematic and structured problem-solving method is needed to solve complex linear equation systems. This study aims to examine the effect of applying the Gauss elimination method in solving rotational dynamics problems on*

*the learning process, mathematical reasoning skills, and student learning outcomes. This study used a quasi-experimental research method with a posttest-only control design conducted at MAN 1 Jember. Data analysis used the Mann-Whitney test. The results showed a significant difference between the experimental class and the control class in students' mathematical reasoning abilities, particularly in the indicators of making assumptions, mathematical manipulation, and drawing conclusions ( $p < 0.05$ ), while the indicators of predicting the answer process and solving did not show a significant difference ( $p > 0.05$ ). In addition, student learning outcomes also showed significant differences between the two classes. This indicates that the application of the Gauss elimination method as a systematic and structured solution procedure can help students understand the interrelationships between concepts and contribute to students' mathematical reasoning abilities in rotational dynamics material.*

**Keywords:** *Mathematical Reasoning Skills, Learning Outcomes, Gauss Elimination*

## PENDAHULUAN

Pembelajaran abad 21 menekankan pada penguasaan kemampuan 4C, yaitu (*Communication, Collaboration, Critical Thinking, Creativity*) (Lestari & Hindun, 2023). Salah satu kemampuan penting pada aspek critical thinking yaitu kemampuan penalaran matematis (Purwanto et al., 2023). Penelitian Roslina et al., (2023) menunjukkan bahwa 70% murid termasuk kategori kurang, 22% sedang, 8% baik, dan tidak ada murid dengan kategori sangat baik sehingga kemampuan penalaran matematis termasuk kategori rendah. Hal serupa dikemukakan oleh Firdausy et al., (2021) yang menyatakan bahwa

kemampuan penalaran matematis murid pada setiap indikator berbeda, Indikator menarik kesimpulan hanya 12,5%, manipulasi matematis 6,67%, membuat argumen 12,5%, dan menyajikan pernyataan 62,5%. Kondisi ini sejalan dengan hasil studi TIMSS (*Trend in International Mathematic and Science Study*) yang menempatkan negara Indonesia pada peringkat ke 44 dari 49 negara dalam mengukur kemampuan berpikir murid pada aspek reasoning, knowing, dan applying (Siregar et al., 2024).

Kemampuan matematika berperan penting dalam mendukung pemahaman konsep fisika, terutama pada persoalan yang menuntut

ketepatan perhitungan dan penalaran logis (Hamdi et al., 2024). Selain itu, penelitian Hamatun & Rusmalinda, (2025) menunjukkan adanya korelasi positif antara persepsi murid terhadap matematika dengan capaian prestasi belajar fisika. Keterkaitan tersebut berdampak pada rendahnya hasil belajar fisika. Penelitian Patandean et al., (2023) menunjukkan bahwa 58,3% murid tidak dapat mencapai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) yang berarti hasil belajar fisika tergolong rendah. Penelitian Hapid, (2021) menyimpulkan bahwa hasil belajar fisika tergolong sangat rendah dengan 22 dari 40 murid belum mencapai KKM dan hanya 18 murid yang dinyatakan tuntas.

Dinamika rotasi adalah materi fisika yang relatif sulit dipahami oleh murid karena melibatkan konsep yang bersifat kompleks (Ahlamy et al., 2022). Ep, (2022) menyatakan bahwa rata-rata kemampuan pemecahan masalah murid pada materi dinamika rotasi sebesar 31%, yang tergolong rendah. Salah satu kesulitan murid dalam menyelesaikan persoalan dinamika rotasi adalah ketidakmampuannya dalam

menerapkan prosedur matematis dengan tepat (Syahrial et al., 2022).

Penerapan hukum II Newton pada diagram gaya bebas dalam dinamika rotasi didapatkan dua atau lebih sistem persamaan linear (SPL). Menurut Yopi et al., (2021) SPL dinamika rotasi pada katrol dapat diselesaikan dengan metode substitusi eliminasi yang efektif digunakan untuk SPL dengan dua variabel (Ilmi et al., 2023). Namun, jika SPL melibatkan banyak variabel, diperlukan metode aljabar yang lebih sistematis (Indriati, 2019). Beberapa metode aljabar linear yang umum digunakan antara lain Operasi Baris Elementer (OBE), eliminasi Gauss, eliminasi Gauss-Jordan, dan lainnya (Priwantoro & Cahdriyana, 2021). Metode Eliminasi Gauss merupakan salah satu metode penyelesaian SPL yang dilakukan dengan mentransformasikan matriks koefisien ke dalam bentuk matriks eselon atas atau bawah melalui penerapan Operasi Baris Elementer (OBE) (Khadijah et al., 2023).

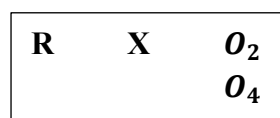
Berdasarkan uraian tersebut, rendahnya hasil belajar serta kemampuan penalaran matematis murid pada materi dinamika rotasi

menunjukkan perlunya penerapan metode penyelesaian soal yang lebih sistematis. Metode eliminasi Gauss sebagai metode matematis juga memiliki hubungan erat kemampuan matematis dan hasil belajar murid. Penelitian oleh Supriadi et al., (2025) menunjukkan bahwa penerapan metode matematis dapat meningkatkan hasil belajar serta kemampuan matematis murid. Selama ini, murid hanya diperkenalkan pada metode substitusi eliminasi yang efektif untuk SPL sederhana dengan dua variabel, sementara persoalan dinamika rotasi melibatkan SPL yang lebih kompleks. Oleh karena itu, metode eliminasi Gauss memberikan prosedur yang sistematis dalam menyelesaikan SPL dengan variabel yang lebih kompleks, sehingga dapat membantu murid memahami penyelesaian soal dinamika rotasi serta mengembangkan kemampuan penalaran matematisnya.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Jember pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026. Desain penelitian yang digunakan yaitu posttest only

control design yang melibatkan kelas kontrol dengan penerapan metode substitusi eliminasi dan kelas eksperimen dengan penerapan metode eliminasi Gauss dalam penyelesaian soal dinamika rotasi. Adapun desain penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Desain Penelitian

Sumber :Sugiyono, (2018)

Keterangan:

R :Dua kelompok secara acak

X :Perlakuan

O<sub>2</sub>:Posttest pada kelas eksperimen

O<sub>4</sub>:Posttest pada kelas kontrol

Kemampuan penalaran matematis dan hasil belajar fisika menjadi dua variabel utama yang dianalisis dalam penelitian ini. Kemampuan penalaran matematis ditinjau berdasarkan empat indikator, yaitu (1) mengajukan dugaan (2) memprediksi proses jawaban dan penyelesaian (3) manipulasi matematis dan (4) menarik kesimpulan (Hamdi et al., 2024). Keempat indikator tersebut diukur melalui hasil posttest murid dengan menggunakan 5 soal essay. Sementara

itu, hasil belajar penelitian ini berada pada domain kognitif capaian C2-C4 yang diukur melalui soal pilihan ganda. Soal tersebut bertujuan untuk menilai pemahaman konsep serta kemampuan dalam menyelesaikan soal.

Setelah data hasil tes diperoleh, dilakukan analisis untuk mengetahui pengaruh penerapan metode eliminasi Gauss terhadap kemampuan penalaran matematis dan hasil belajar murid. Seluruh analisis data dilakukan dengan bantuan SPSS 25. Tahap awal analisis dilakukan uji normalitas untuk menentukan teknik analisis statistik yang digunakan. Apabila data memenuhi asumsi normalitas, digunakan uji parametrik *Independent Sample t-Test*, sedangkan apabila data tidak berdistribusi normal, digunakan uji non-parametrik *Mann-Whitney U Test*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan di MAN 1 Jember dengan sampel penelitian terdiri dari kelas XI

keterampilan 1 dengan jumlah murid 34 sebagai kelas eksperimen dan kelas XI keterampilan 3 dengan jumlah murid 35 sebagai kelas kontrol. Pada kedua kelas, proses pembelajaran menerapkan model Problem Based Learning dan menggunakan bantuan Lembar Kerja Murid. Perbedaan pada kelas kontrol dan eksperimen terletak pada metode penyelesaian soal yang digunakan. Pada kelas kontrol, menggunakan metode substitusi eliminasi sedangkan pada kelas eksperimen menggunakan metode eliminasi Gauss dalam menyelesaikan persoalan dinamika rotasi.

Hasil analisis deskriptif mengindikasikan bahwa kemampuan penalaran matematis murid pada kelas eksperimen menunjukkan capaian yang lebih tinggi dibandingkan dengan murid kelas kontrol. Perbedaan tersebut terlihat skor rata-rata pada pada setiap indikator kemampuan penalaran matematis. Hasil rata-rata skor kemampuan penalaran matematis ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Rekapitulasi Rata-Rata Kemampuan Penalaran Matematis

Indikator	Rata-Rata Kelas Kontrol	Rata-Rata Kelas Eksperimen
Mengajukan Dugaan	9,2	13,79
Memprediksi Proses Jawaban dan Penyelesaian	17,06	18,18
Manipulasi Matematis	9,69	19,18
Menarik Kesimpulan	1,94	7,12

Selain kemampuan penalaran matematis, peneliti juga mengukur hasil belajar murid menggunakan tes pilihan ganda yang mencakup domain kognitif. Nilai yang diperoleh digunakan untuk melihat perbedaan hasil belajar kelas kontrol dan kelas eksperimen. Hasil rata-rata skor hasil belajar pada ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Rekapitulasi Rata-Rata Hasil Belajar

Kelas	Rata-Rata
Kelas Kontrol	58,86
Kelas Eksperimen	69,61

Sebelum melakukan uji statistik, uji normalitas data dilakukan untuk memastikan data berdistribusi normal. Berdasarkan hasil uji normalitas, data kemampuan penalaran matematis dan hasil belajar murid memiliki nilai signifikansi  $p < 0,05$ . Hal ini menunjukkan bahwa asumsi

normalitas tidak terpenuhi secara menyeluruh pada kemampuan penalaran matematis dan hasil belajar murid.

### Kemampuan Penalaran Matematis

Uji Man-Whitney dilakukan untuk mengetahui perbedaan yang ada pada kemampuan penalaran matematis. Hasil uji statistik ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 3.** Uji Mann-Whitney Skor

Tes Kemampuan Penalaran matematis

Test Statisticsa	SKOR
Mann-Whitney U	231.50
	0
Wilcoxon W	861.50
	0
Z	-4.365
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

Berdasarkan hasil uji statistik terhadap skor tes kemampuan penalaran matematis diperoleh nilai Asymp.Sig.(2-tailed) sebesar  $0,000 < 0,05$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat

perbedaan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Setelah dilakukan analisis terhadap skor kemampuan penalaran matematis secara keseluruhan, langkah selanjutnya menganalisis perbedaan skor berdasarkan setiap indikator kemampuan penalaran

matematis. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui indikator yang menunjukkan perbedaan signifikan dalam penerapan metode eliminasi Gauss dalam penyelesaian soal materi dinamika rotasi. Adapun hasil uji statistik pada masing-masing indikator disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Uji Mann-Whitney Setiap Indikator Kemampuan Penalaran Matematis

Indikator	Mann-Whitney U	Wilcoxon W	Z	Asym. Sig. (2-tailed)
Mengajukan Dugaan	403.500	1033.500	-2.306	0,021
Memprediksi Proses Jawaban dan Penyelesaian	546.000	1176.000	0,591	0,555
Manipulasi Matematis	193.500	823500	-4.842	0,000
Menarik Kesimpulan	389.000	1019.000	-2,494	0,013

Berdasarkan Tabel 4, indikator mengajukan dugaan, manipulasi matematis, dan menarik kesimpulan menunjukkan nilai Asym. Sig. (2-tailed) < 0,05, sehingga terdapat perbedaan signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol pada ketiga indikator tersebut. Sementara itu, indikator memprediksi proses jawaban dan penyelesaian memiliki nilai Asym. Sig. (2-tailed) > 0,05, yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan

signifikan antara kedua kelas pada indikator tersebut.

### Hasil Belajar

Uji Mann-Whitney pada hasil belajar murid digunakan untuk mengidentifikasi perbedaan hasil belajar murid antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dengan hasil uji disajikan dalam Tabel 5.

Berdasarkan hasil analisis uji Mann-Whitney terhadap skor tes hasil belajar untuk kelas kontrol dan eksperimen, diperoleh nilai

Asymp.Sig.(2-tailed) sebesar  $0,013 < 0,05$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelas tersebut.

**Tabel 5.** Uji Mann-Whitney Skor Tes Hasil Belajar

Test Statistics <sup>a</sup>	NILAI_ HB
Mann-Whitney U	389.000
Wilcoxon W	1019.00
Z	0
Asymp. Sig. (2-tailed)	-2.494
	.013

### Pembahasan

Berdasarkan analisis data, diperoleh adanya penerapan metode eliminasi Gauss dalam penyelesaian soal dinamika rotasi memberikan perbedaan terhadap kemampuan penalaran matematis dan hasil belajar murid. Indikator kemampuan penalaran matematis pada penelitian ini atas 4 indikator, diantaranya mengajukan dugaan, memprediksi proses jawaban dan penyelesaian, manipulasi matematis, dan menarik kesimpulan.

Indikator pertama yaitu mengajukan dugaan yang bertujuan untuk menilai kemampuan murid dalam menuliskan dugaan berdasarkan

informasi di dalam soal. Skor yang lebih tinggi pada kelas eksperimen mengindikasikan bahwa murid pada kelas tersebut lebih mampu dalam mengaitkan informasi didalam soal dengan konsep yang telah mereka kuasai, sehingga dugaan yang dirumuskan menjadi lebih logis. Temuan ini diperkuat oleh Penelitian oleh Sumartini & Utami, (2023) yang menyatakan bahwa proses mengajukan dugaan dapat mempermudah murid dalam menemukan solusi dari permasalahan. Meskipun metode eliminasi Gauss tidak secara langsung digunakan pada tahap ini, namun poses berpikir yang lebih terstruktur selama pembelajaran berkontribusi dalam mendukung kemampuan murid menuliskan dugaan secara logis (Gultom et al., 2022).

Indikator kedua yaitu memprediksi proses jawaban dan penyelesaian yang bertujuan memprediksi jawaban untuk membantu dalam proses menyelesaikan soal. Indikator ini mencerminkan kemampuan murid dalam mengilustrasikan situasi dari permasalahan yang terdapat dalam soal sebagai langkah awal untuk

memperkirakan proses penyelesaian (Putri & Supriadi, 2025). Sejalan dengan penelitian (Gultom et al., 2022) yang menyatakan bahwa murid dikatakan memenuhi indikator ini apabila mampu membuat sketsa yang relevan dengan informasi yang diberikan di dalam soal. Meskipun kelas eksperimen menggunakan metode eliminasi Gauss, metode tersebut berperan pada tahap setelah indikator ini, sehingga tidak mempengaruhi kemampuan awal murid dalam memprediksi jawaban. Ketidaksignifikanannya skor pada indikator ini menunjukkan bahwa kemampuan memprediksi proses lebih dipengaruhi oleh kemampuan awal murid dalam membangun representasi dengan memahami informasi pada soal, bukan oleh metode penyelesaian yang digunakan.

Indikator ketiga yaitu manipulasi matematis yang bertujuan menilai kemampuan murid dalam menggunakan persamaan dan melakukan perhitungan dengan tepat. Indikator ini mencerminkan kemampuan murid dalam menggunakan persamaan serta melakukan perhitungan secara tepat

(Hamdi et al., 2024). Adanya perbedaan signifikan pada indikator ini menunjukkan bahwa murid kelas eksperimen memiliki kemampuan manipulasi matematis yang lebih baik karena menggunakan metode eliminasi Gauss dalam penyelesaian soal yang menuntut murid untuk berpikir secara sistematis dan tidak hanya menghafalkan persamaan. Sebaliknya, kelas kontrol yang banyak menghafalkan persamaan mengalami kesulitan ketika menerapkan persamaan dalam konteks yang berbeda. Hal tersebut menunjukkan bahwa penerapan metode eliminasi Gauss berkontribusi terhadap indikator manipulasi matematis dalam menyelesaikan permasalahan dinamika rotasi.

Indikator menarik kesimpulan bertujuan untuk menilai kemampuan murid dalam menyimpulkan hasil akhir. Pada penelitian ini indikator menarik kesimpulan merupakan indikator dengan skor terendah dibandingkan indikator yang lain. Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa indikator menarik kesimpulan merupakan indikator terendah (Vebrian et al.,

(2021); Nabila et al., (2023) Ramdan & Lessa Roesdiana, (2022)). Meskipun demikian, terdapat perbedaan skor kelas kontrol dan kelas eksperimen. Perbedaan ini tidak sepenuhnya dipengaruhi oleh metode eliminasi Gauss, karena metode ini lebih berperan pada indikator manipulasi matematis. Namun, langkah-langkah penyelesaian dalam metode eliminasi Gauss yang sistematis dapat membantu murid lebih menyadari pentingnya menuliskan hasil akhir secara jelas.

Hasil belajar merupakan salah satu aspek yang berperan sebagai indikator keberhasilan murid serta keefektifan jalannya pembelajaran (Fajaryati et al., 2023). Pada penelitian ini, hasil belajar diukur melalui tes domain kognitif yang menilai pemahaman konsep dan kemampuan menyelesaikan soal pada materi dinamika rotasi. Perbedaan hasil yang didapatkan tersebut dapat dijelaskan melalui perbedaan proses pembelajaran yang diterapkan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Meskipun soal hasil belajar tidak secara langsung menggunakan penyelesaian metode eliminasi Gauss,

namun proses pembelajaran tersebut memberikan pengalaman belajar yang lebih terstruktur. Kundi (2013) menyatakan bahwa pembelajaran yang terstruktur mampu meningkatkan hasil belajar fisika. Sehingga ketika murid terbiasa mengikuti alur berpikir yang jelas selama pembelajaran, mereka dapat lebih mudah untuk memahami materi yang berkaitan, termasuk konsep-konsep pada dinamika rotasi. Temuan ini sejalan dengan Purwanti et al., (2025) yang menunjukkan bahwa penerapan metode matematis yang sistematis mampu meningkatkan hasil belajar fisika.

Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan di kelas eksperimen diperoleh temuan bahwa penerapan metode eliminasi Gauss membantu murid untuk berpikir lebih sistematis dan teliti dalam menyelesaikan persoalan. Murid menyampaikan bahwa metode ini membuat proses penyelesaian soal menjadi lebih terstruktur karena setiap langkah eliminasi Gauss harus diselesaikan dengan teliti agar tidak terjadi kesalahan pada hasil akhir. Prosedur yang sistematis juga

membantu memahami setiap langkah pengerjaannya, sehingga meminimalisir terjadi kesalahan hasil akhir. Meskipun sebagian murid membutuhkan waktu lebih lama untuk memahami operasi baris, sebagian besar merasakan bahwa penggunaan eliminasi Gauss memperjelas alur penyelesaian dan mendukung kemampuannya dalam menalar hubungan antar langkah secara matematis. Hasil wawancara sejalan dengan temuan hasil uji statistik yang mengindikasikan adanya perbedaan penalaran matematis dan hasil belajar murid antara kelas kontrol dan kelas eksperimen, sehingga perbedaan tersebut menunjukkan adanya pengaruh penerapan metode eliminasi Gauss dalam proses pembelajaran dinamika rotasi.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan adanya perbedaan yang signifikan pada kemampuan penalaran matematis dan hasil belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Jika ditinjau dari setiap indikator kemampuan penalaran matematis,

indikator mengajukan dugaan, manipulasi matematis dan menarik kesimpulan menunjukkan perbedaan yang signifikan, sedangkan indikator memprediksi proses jawaban dan penyelesaian tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa penerapan metode eliminasi Gauss berpengaruh terhadap kemampuan penalaran matematis dan hasil belajar murid, khususnya dalam membantu murid menyusun langkah penyelesaian secara lebih sistematis pada materi dinamika rotasi.

### Saran

Penelitian serupa dapat dilakukan dengan menambahkan aspek penilaian dan variabel yang berbeda, serta menerapkan metode eliminasi Gauss pada permasalahan dinamika rotasi yang lebih kompleks.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahlamy, S. M., Susilawati, S., Padilah, H. N., & Izzatulhaq, A. (2022). Analisis pembelajaran fisika materi dinamika rotasi: studi literatur publikasi ilmiah. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, Dan Terapan Teknologi*, 1, 213–230.  
<https://doi.org/10.58797/pilar>

- Ep, H. R. (2022). Analisis kemampuan pemecah masalah fisika pada materi dinamika rotasi menggunakan metode eksperimen. *Journal Pendidikan IPA Dan Keilmuan*, 02 (01), 1–12. <http://ejournal.stkipmodernngawi.ac.id/index.php/JPIK>
- Fajaryati, D., Tiur, M. H. S., & Karolina, V. (2023). Differentiated learning as an effort to improve students learning outcomes in physics subjects. *International Journal of Education and Social Science*, 4(2), 137–144. <https://doi.org/10.56371/ijess.v4i2.194>
- Firdausy, A. R., Triyanto, T., & Indriati, D. (2021). Mathematical Reasoning Abilities of High School Students in Solving Contextual Problems. *International Journal of Science and Society*, 3(1), 201–211. <http://ijsoc.goacademica.com>
- Gultom, C. I., Triyanto, & Dewi Retno Sari Saputro. (2022). Students' mathematical reasoning skills in solving mathematical problems. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 11(3), 542–551. <https://doi.org/10.23887/jpiundiksha.v11i3.42073>
- Hamatun, H., & Rusmalinda, R. (2025). Studi korelasi antara persepsi mahasiswa tentang matematika dan prestasi belajar pada mata kuliah fisika dasar. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(2), 10–15. <https://jurnal.univpgri-perspective:> Mathematical reasoning ability and correlations between mathematics and physics. *Journal of Environment and Sustainability Education*, 2(1). <https://doi.org/10.62672/joease.v2i1.31>
- Hapid, A. (2021). Meningkatkan hasil belajar siswa pada mata pelajaran fisika dalam memahami konsep momentum dan impuls melalui pendekatan konstruktivisme. *Indonesian Journal of Learning Education and Counseling*, 3(2), 230–253. <https://doi.org/10.31960/ijol>
- Ilmi, U., Faroh, R. A., Hanifah, A. I., & Mukhoyyarah, N. I. (2023). Studi persoalan sistem persamaan linear dalam rangkaian listrik berbasis matlab dan OBE. *Jurnal ELECTRA : Electrical Engineering Articles*, 3(2), 35–45.
- Indriati, K. (2019). *Matriks, Vektor, dan Program Linier*. Jakarta: Unika Atma Jaya.
- Khadijah, S., Berutu, A. F., Nabillah, S., Azhari, M. A., & Sari, D. N. (2023). Penggunaan aplikasi EMT (Euler Math Toolbox) dalam penyelesaian soal mata kuliah metode numerik. *Laplace : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 230–236. <https://doi.org/10.31537/laplace.v6i1.1123>
- Kundi, S. (2013). Pengaruh penggunaan lembar kegiatan siswa terstruktur terhadap hasil belajar fisika siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 POL-UT Kabupaten Takalar. *Jurnal*

- Pendidikan Fisika Unismuh*, 1(3), 219–225.
- Nabila, S., Zulkardi, Z., & Susanti, E. (2023). Kemampuan penalaran matematis siswa pada materi pola bilangan menggunakan PMRI. *Lemma: Surat Pendidikan Matematika*, 10(1), 28–38.
- Patandean, A. J., Natalia, N., & Swandi, A. (2023). Analisis kesulitan belajar fisika siswa SMK di Halmahera Barat. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 23(2), 317–325.  
<https://doi.org/10.35965/eco.v23i2.2856>
- Priwanto, S. W., & Cahdriyana, R. A. (2021). E-Modul sistem persamaan linier sebagai bahan ajar memahami materi aljabar matrik. *AdmathEdu*, 1(2), 181–196.  
<https://doi.org/10.12928/admathedu.v1i2.22681>
- Purwanti, N. yunda N., Mahartika, D., Supriadi, B., Anggraeni, F. K., & Ernasari, E. (2025). Implementasi modul aturan cramer dan invers matriks pada materi katrol tetap dalam meningkatkan hasil belajar fisika siswa. *U-Teach: Journal Education of Young Physics Teacher*, 6(1), 1–7.
- Ramdan, M. G. A., & Lessa Roesdiana. (2022). Analisis kemampuan penalaran matematis siswa SMP pada materi Teorema Pythagoras. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 8(1), 386–395.  
<https://doi.org/10.31949/educatio.v8i1.1996>
- Roslina, R., Apriana, E., Armi, A., Hakim, L., & Andalia, N. (2023). Mathematical reasoning ability and mastery of science concepts in high school students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8934–8940.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4931>
- Siregar, E. B., Hidayah, N., Karo, B., Samosir, D., Rajagukguk, W., & Medan, U. N. (2024). Kualitas pendidikan matematika di Indonesia. *Jurnal Ilmiah Widya Pustaka Pendidikan*, 12(2), 34–50.  
<https://jiwpp.unram.ac.id/index.php/widya/article/view/159>
- Sugiyono. (2018). *Statiska untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Sumartini, T. S., & Utami, I. E. (2023). Analisis kemampuan penalaran matematis siswa pada materi relasi dan fungsi. *PRISMA*, 12(2), 333.  
<https://doi.org/10.35194/jp.v12i2.3062>
- Supriadi, B., Nur, S., Anggraeni, H., Yunda, N., Purwanti, N., Pujiningtyas, E. B., & Mahartika, D. (n.d.). The Effectiveness of Cramer's Rule in Improving Mathematical Thinking Skills and Learning Outcomes in Solving Systems Linear Equation of Fixed Pulley Article History. *Momentum: Physics Education Journal*, 9(1), 2025.  
<https://doi.org/10.21067/mpej.vxi.x.xxxx>
- Syahrial, A. H., Deliana, W., Cahyani, V. D., & Husaini, A. F. (2022). Pembelajaran fisika materi mekanika benda tegar: review media, model, dan metode. *Mitra Pilar: Jurnal Pendidikan, Inovasi, Dan Terapan Teknologi*, 1(2),

119–140.

<https://doi.org/10.58797/pilar>

Vebrian, R., Putra, Y. Y., Saraswati, S., & Wijaya, T. T. (2021). Kemampuan Penalaran Matematis Siswa Dalam Menyelesaikan Soal Literasi Matematika Kontekstual. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(4), 2602.

<https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i4.4369>

Yopi, L., Rahman, N. A., & Achmad, R. (2021). Analisis pemahaman konsep matematis dalam pemecahan masalah fisika pada pokok bahasan dinamika rotasi siswa kelas XI SMA Negeri 4 Kota Ternate. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 6(1), 1–7. <https://doi.org/10.33387/saintifik.v6i1.3650>