



Implementasi Modul Aturan Cramer dan Invers Matriks pada Materi Katrol Tetap dalam Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa

Nurul Yunda Nanik Purwanti¹, Dina Mahartika¹, Bambang Supriadi¹, Firdha Kusuma Ayu Anggraeni¹, Ernasari¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Jember
*Corresponding author : dinasaurus0210@gmail.com

Article History:

Received: Januari 06, 2025
Revised: Februari 08, 2025
Accepted: Februari 23, 2025
Published: Juni 03, 2025

Keywords: Fixed pulley, matrix, physics

Abstract: The low learning outcomes of students in physics lessons are one of the main challenges in education. One of the reasons behind this low achievement is the lack of teaching materials available in schools. The purpose of this research is to improve student learning outcomes for the implementation of learning modules at SMA Negeri Arjasa. This type of research is quantitative descriptive with a One Group Pretest-Posttest Design. The sample used was 60 students. The results showed that in class XI 2 that applied the Cramer rule, the average posttest result was 84.87 and the pretest result was 49.53. A similar thing was found in class XI 4 with an average posttest result of 86.9 which was better than the pretest result of 55.8. The increase was analyzed using the N-Gain Score through SPSS 25 to get an average of 0.7 including the high category. The learning outcomes of students who applied Cramer's rule and the inverse matrix method showed a better improvement compared to the learning outcomes of students before being treated with both methods in solving fixed pulley problems.

Abstrak: Rendahnya hasil belajar siswa dalam pelajaran fisika menjadi salah satu tantangan utama dalam pendidikan. Salah satu alasan di balik rendahnya pencapaian ini adalah minimnya bahan ajar yang tersedia di sekolah. Tujuan penelitian ini yaitu untuk meningkatkan hasil belajar siswa terhadap implementasi modul pembelajaran di SMA Negeri Arjasa. Jenis penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dengan desain *One Group Pretest-Posttest Design*. Sampel yang digunakan sejumlah 60 siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kelas XI 2 yang menerapkan aturan Cramer, rata-rata hasil *posttest* 84,87 dan hasil *pretest* 49,53. Hal serupa ditemukan pada kelas XI 4 rata-rata hasil *posttest* 86,9 lebih baik dibandingkan dengan hasil *pretest* 55,8. Peningkatan dianalisis menggunakan *N-Gain Score* melalui SPSS 25 mendapatkan rata-rata 0,7 termasuk kategori tinggi. Hasil belajar siswa yang menerapkan aturan Cramer serta metode invers matriks menunjukkan peningkatan yang lebih baik dibandingkan dengan hasil belajar siswa sebelum diberikan perlakuan dengan kedua metode tersebut dalam penyelesaian soal katrol tetap.

PENDAHULUAN

Fisika merupakan bidang ilmu pengetahuan yang mempelajari berbagai fenomena alam. Bidang ini sangat penting untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi lainnya (Aldianti, 2024). Namun, fisika sering dianggap sebagai mata pelajaran yang sulit yang memerlukan pemahaman yang baik dan

ketelitian. Akibatnya, banyak siswa mengalami kesulitan dalam belajar fisika (Ady, 2022). Konsep fisika yang bersifat abstrak dan rumus yang kompleks sehingga menghambat pencapaian tujuan pembelajaran jika hanya berorientasi kepada pemahaman konsep tanpa menerapkan dalam kehidupan sehari-hari (Simbolon et al., 2024). Oleh karena itu,

peningkatan pemahaman siswa dibutuhkan metode alternatif yang tertuang dalam media pembelajaran untuk membantu siswa meningkatkan hasil belajar siswa.

Hasil belajar adalah acuan terhadap keberhasilan pembelajaran yang telah dilaksanakan yang mencakup aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik (Ramadhanti et al., 2022). Fisika sering dianggap sulit oleh sebagian orang, dan persepsi ini dapat memengaruhi hasil belajar, sehingga minat siswa Indonesia untuk mempelajari fisika menjadi rendah (Marthazilla et al., 2024). Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa fisika bukanlah ilmu murni, melainkan ilmu yang memerlukan pemahaman konsep yang mendalam serta keterampilan dalam penalaran, logika, dan komputasi yang baik (Alivia et al., 2023). Salah satu cara meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa diperlukan suatu bahan ajar yang efektif.

Modul pembelajaran salah satu bentuk bahan ajar yang dapat diperkenalkan, dan guru sering menggunakannya saat mengajar (Nikmatin & Yushardi, 2022). Modul perlu dirancang secara sistematis berdasarkan kurikulum tertentu, disusun sebagai unit pembelajaran terkecil, dan memungkinkan siswa untuk belajar secara mandiri dalam jangka waktu yang ditentukan (Fitri & Putra, 2023). Cara ini dapat mengembangkan modul pembelajaran yang berkualitas serta memberikan kontribusi yang signifikan terhadap peningkatan mutu pendidikan. Sehingga siswa lebih tertarik untuk mengikuti pembelajaran dengan lebih baik, modul dikembangkan dengan mempertimbangkan karakteristik mereka.

Pembelajaran fisika sangat erat kaitannya dengan ilmu matematika. Salah satu materi fisika yaitu Hukum Newton yang menawarkan banyak variasi soal dan memerlukan pemahaman tentang konsep vektor, diagram, serta analisis matematis

(Yanto et al., 2020). Proyek arah gaya dan persamaan yang digunakan untuk memecahkan masalah fisika, terutama yang berkaitan dengan Hukum Newton, sering kali menjadi bagian dari masalah yang berkaitan dengan konsep fisika (Kaso et al., 2020). Dalam penyelesaian Katrol tetap yang merupakan cangkupan materi dari Hukum Newton menghasilkan sebuah persamaan linier sebagai berikut.

$$SPL \begin{cases} a_1x + b_1y + c_1z = d_1 \\ a_2x + b_2y + c_2z = d_2 \\ a_3x + b_3y + c_3z = d_3 \end{cases} \dots (1)$$

Variabel x , y , dan z dalam sistem persamaan linier (SPL) dapat ditentukan selain menggunakan metode substitusi eliminasi yakni metode matematis berupa penggunaan matriks (metode cramer, Guas-Jordan, Gaus-Saidel, dan lain-lain) (Wahyudianti, 2023). Sistem Persamaan linier dapat diubah dalam bentuk matriks $Ax = b$ sebagai berikut.

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} \dots (2)$$

Invers matriks adalah matriks yang menghasilkan matriks identitas ketika dikalikan dengan matriks pertama. Istilah matematis, invers matriks A disampaikan oleh A^{-1} (Siregar & Tulus, 2014). Sebuah matriks dapat diartikan sebagai susunan berbentuk persegi panjang yang terdiri dari angka-angka. Angka-angka dalam susunan ini disebut elemen atau *entry* dari matriks. Sementara matriks biasanya diisi dengan huruf kapital, elemennya biasanya diisi dengan huruf kecil (Wulandari, 2024). Secara umum, bentuk matriks dapat dijelaskan sebagai berikut.

$$\begin{matrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{matrix} \dots (3)$$

Invers matriks terjadi apabila A dan B matriks bujur sangkar berordo n , sedemikian sehingga $AB=BA=I$. Aturan Cramer merupakan salah satu metode penyelesaian berbentuk matriks yang

digunakan dalam masalah penyelesaian sistem persamaan linier (Devita, 2022). Menurut Ariyanti et al., (2022) metode Cramer identik dengan persamaan $Ax = b$, dengan sistem linier n yang tidak diketahui dan $\det(A) \neq 0$ sehingga di dapatkan cara penyelesaian berikut.

$$x_1 = \frac{\det(A_1)}{\det A}, x_2 = \frac{\det(A_2)}{\det A}, \dots, x_n = \frac{\det(A_n)}{\det A} \quad \dots (4)$$

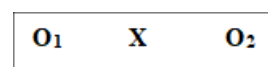
Penelitian yang relevan yang telah dilakukan oleh Wahyudianti (2023) menunjukkan bahwa metode minor kofaktor matriks dalam aturan Cramer menjadi solusi efektif dalam menyelesaikan sistem persamaan linier dalam persolan rangkaian listrik DC-2 loop. Keterbaruan peneliti lakukan yaitu menerapkan aturan Cramer dan invers matriks dalam menyelesaikan persoalan sistem persamaan linier pada materi katrol tetap untuk mengukur peningkatan hasil belajar siswa.

Berdasarkan latar belakang masalah sebelumnya, maka penelitian ini untuk mengetahui peningkatan hasil belajar fisika terhadap implementasi modul pembelajaran pada materi katrol tetap menggunakan metode invers matriks dan aturan cramer. Sehingga, tujuan penelitian ini yaitu menganalisis implementasi modul aturan cramer dan invers matriks sebagai sebuah bahan ajar berbasis matematis yang lebih praktis dan efektif, serta mengetahui peningkatan hasil belajar fisika setelah menggunakan modul yang telah disusun.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini termasuk dalam penelitian eksperimen pendekatan deskriptif kuantitatif dengan teknik *puposive sampling*. Desain penelitian eksperimen yang digunakan yakni *One Group Pretest-Posttest Design*. berupa penggunaan satu kelas eksperimen yang ditunjukkan pada Tabel 1. Penelitian ini dilakukan dengan 2 kelas siswa kelas XI

sebagai kelas eksperimen yang dipilih secara *purposive sampling area*. O_1 yaitu nilai pretest (sebelum perlakuan), X ialah perlakuan yang diberikan dengan modul, dan O_2 nilai posttest (setelah perlakuan).



Gambar 1. *One Group Pretest-Posttest Design*

Penelitian dilakukan di SMA Negeri Arjasa Kabupaten Jember pada semester ganjil tahun ajaran 2024/2025. Populasi dan sampel dipilih dua kelas XI di SMA Negeri Arjasa yaitu XI.2 dan XI.4. Sampel yang digunakan yaitu 60 siswa dengan masing-masing kelas 30 siswa. Kelas pertama digunakan sebagai kelas eksperimen menggunakan Aturan Cramer dan kelas kedua digunakan sebagai kelas eksperimen menggunakan metode Invers Matriks. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini berupa nilai *pretest* dan *posttest* dengan menggunakan 5 soal uraian, tiap soal akan mendapatkan skor maksimal 20 dengan waktu tertentu pada masing-masing kelas dengan perlakuan metode berbeda.

Berdasarkan penjelasan tersebut maka analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis statistik menggunakan SPSS 25 untuk menganalisis *N-Gain Score*. Adapun rumus yang digunakan dapat dituliskan:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Total skor yang diperoleh}}{\text{Total skor maksimum}} \times 100$$

Data hasil belajar kognitif siswa lalu dianalisis dengan menggunakan *N-Gain score* (Hake, 1998) dengan rumus berikut:

$$\text{Normalized Gain } (g) = \frac{S_{Post} - S_{Pre}}{S_{Maks} - S_{Pre}} \times 100\%$$

Hasil dianalisis menggunakan kriteria *Normalized Gain (g)* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

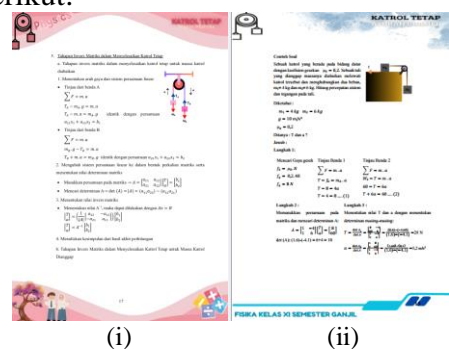
Tabel 1. Kriteria Tingkat *Normalized Gain* (g)

Nilai N-Gain	Kriteria
$g \geq 70\%$	Tinggi
$30\% \leq g < 70\%$	Sedang
$g < 30\%$	Rendah

(Dimodifikasi dari Hake,1999)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang dilakukan di SMA Negeri di Kabupaten Jember yaitu SMA Negeri Arjasa dengan menggunakan sampel 2 kelas eksperimen yaitu XI-2 sebagai kelas eksperimen Aturan Cramer dan XI-4 sebagai kelas eksperimen metode Invers Matriks untuk mengkaji penggunaan modul dalam meningkatkan hasil belajar siswa. Berikut Modul yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut.



Gambar 2. Modul Pembelajaran (i) Modul Invers Matriks (ii) Modul Aturan Cramer

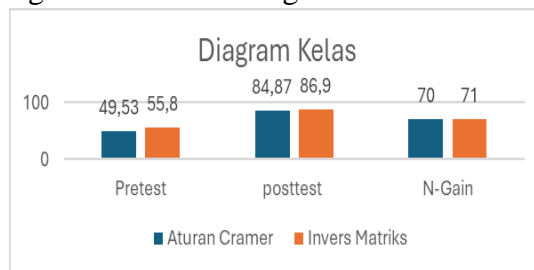
Melihat indikator kognitif siswa menggunakan taksonomi Bloom, hal ini dapat dilihat dari data nilai *pretest* dan *posttest* dengan menggunakan 60 sampel yang terdiri 30 siswa XI.2 dan 30 siswa dari XI.4. Analisis yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Indikator Hasil Belajar

Aspek	Indikator
Kognitif	C3
	(Applying)
	C4
	(Analyzing)

Berdasarkan indikator yang disajikan pada Tabel 2, soal pada *pretest* dan *posttest* sejumlah 5 soal uraian meliputi indikator hasil belajar yang telah disajikan maka diperoleh hasil nilai sebelum perlakuan (*pretest*) dan nilai akhir siswa setelah perlakuan

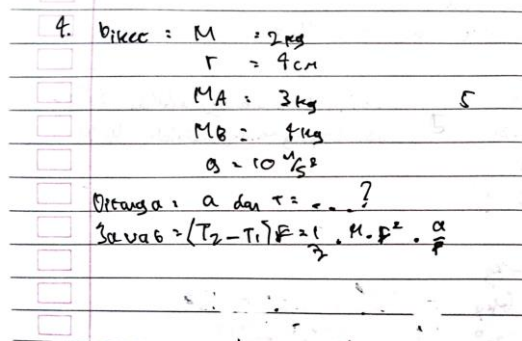
menggunakan modul (*posttest*). Nilai *pretest* atau skor rata-rata sebelum perlakuan yaitu menggunakan metode substitusi-eliminasi yang dihasilkan dari kelas XI-2 yaitu 49,53 sedangkan skor rata-rata kelas XI-4 yaitu 55,8. Setelah dilakukan perlakuan menggunakan modul dengan masing-masing metode diperoleh nilai akhir siswa (*posttest*) pada kelas eksperimen XI-2 menggunakan Aturan Cramer sebesar 84,87 dan kelas XI-4 menggunakan metode Invers Matriks sebesar 86,9. Melalui data yang diperoleh dianalisis dengan *Normalized Gain* (N-Gain Score) pada masing-masing kelas yaitu memperoleh hasil 70% pada kelas eksperimen Aturan Cramer sedangkan pada kelas eksperimen metode Invers Matriks yaitu 71%. Hasil N-Gain yang diperoleh dari kelas eksperimen menggunakan metode invers matriks dan aturan Cramer menunjukkan kategori tinggi. Secara keseluruhan, peningkatan rata-rata nilai belajar siswa dapat digambarkan melalui grafik berikut.



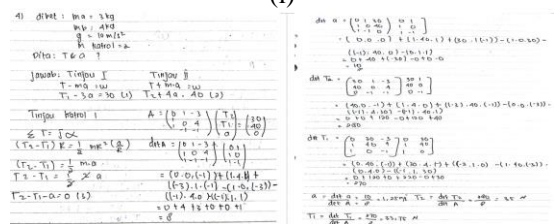
Gambar 3. Rekapitulasi Hasil Belajar

Berdasarkan analisis data, dapat disimpulkan bahwa hasil belajar siswa Kelas XI 2 yang mengerjakan soal *posttest* dengan menggunakan aturan Cramer lebih tinggi dibandingkan dengan hasil siswa yang mengerjakan soal *pretest* menggunakan metode substitusi dan eliminasi di SMA Negeri Arjasa pada materi katrol tetap. Hal yang sama juga terlihat pada Kelas XI 4, dimana hasil belajar siswa yang menggunakan metode invers matriks dalam *posttest* lebih baik dari siswa yang mengerjakan soal *pretest* dengan metode substitusi-eliminasi pada

materi yang sama. Perbedaan ini disebabkan oleh penerapan metode alternatif dalam penyelesaian soal katrol tetap di kelas eksperimen. Berikut hasil jawaban siswa pada kedua metode penyelesaian tersebut.



(i)

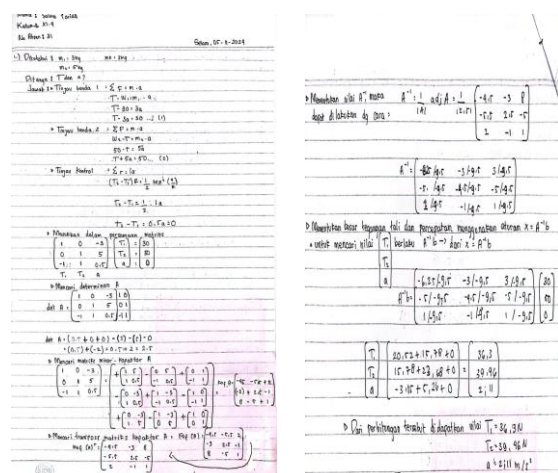


(ii)

Gambar 4. Hasil Lembar Jawaban Siswa (i) Jawaban *Pretest* (ii) Jawaban *Posttest* menggunakan aturan cramer

Berdasarkan lembar jawaban siswa terdapat perbedaan metode penyelesaian yang digunakan. Pada lembar jawaban *pretest*, siswa menggunakan metode yang umum digunakan yaitu *substitusi-eliminasi* yang menunjukkan siswa masih belum mampu mengerjakan persoalan dengan benar. Siswa hanya menuliskan informasi yang tertera pada soal dan persamaan gaya torsi, tetapi belum mampu mengejakan secara rinci dan benar. Hal tersebut dikarenakan beberapa kemungkinan yaitu siswa yang kurang memahami konsep fisika, kurangnya pemahaman siswa dalam menganalisis gaya-gaya yang berkerja pada soal, dan terbatasnya waktu pengerjaan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Rizkita & Mufit, (2022) menjelaskan bahwa tingkat miskonsepsi siswa yang tinggi dan pemahaman siswa pada materi hukum Newton yang berada kategori rendah.

Penggunaan modul sangat membantu siswa dalam penyelesaian kasus pada persoalan katrol tetap. Berdasarkan lembar jawaban siswa (ii) siswa mampu menjawab persoalan katrol tetap dengan runtut dan benar menggunakan aturan cramer. Hal tersebut menunjukkan bahwa modul aturan cramer efektif dalam peningkatan pemahaman siswa dan membantu siswa dalam memahami konsep fisika dalam menyelesaikan persoalan fisika. Sejalan dengan itu, penelitian Diah (2019) menjelaskan bahwa modul cetak sangat efektif dalam menunjang pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa.



Gambar 4. Hasil Lembar Jawaban siswa Metode Invers Matriks

Penyelesaian metode invers matriks juga menjadi alternatif lain selain metode aturan cramer dalam menyelesaikan soal katrol tetap. Lembar jawaban siswa pada Gambar 5 menunjukkan bahwa siswa dapat menyelesaikan persoalan katrol tetap menggunakan metode matematis. Menggunakan metode invers matriks dapat membantu siswa dalam menentukan nilai tegang tali dan percepatan dengan dilakukan secara langsung tanpa melakukan perulangan dalam perhitungan. Sehingga, metode invers matriks ini dapat menjadi metode alternatif dalam menyelesaikan persoalan katrol tetap.

Materi katrol terdapat dalam bab dinamika gerak di kelas XI dan merupakan sub bab yang menerapkan Hukum II Newton, dengan perhitungan yang biasanya dilakukan menggunakan metode substitusi dan eliminasi. Berdasarkan hasil pretest, diketahui bahwa tingkat pemahaman siswa tergolong rendah, dengan kelas XI 2 yang menggunakan aturan Cramer memperoleh rata-rata nilai sebesar 49,53. Rendahnya nilai ini disebabkan oleh kurangnya pemahaman siswa terhadap metode substitusi dan eliminasi. Namun, setelah penerapan aturan Cramer sebagai alternatif untuk menghitung tegangan tali dan percepatan pada katrol, rata-rata hasil belajar siswa meningkat menjadi 84,87. Hal serupa juga terjadi pada kelas XI 4 yang menggunakan metode Invers Matriks. Hasil belajar siswa meningkat secara signifikan setelah diterapkan metode Invers matriks dalam penyelesaian soal katrol tetap, dengan rata-rata nilai posttest mencapai 86,9 sementara rata-rata nilai pretest hanya 55,8.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan data hasil dan diskusi dalam penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pada peningkatan hasil belajar materi katrol tetap dengan menggunakan metode substitusi-eliminasi dan aturan Cramer maupun metode invers matriks berbeda secara signifikan. Hasil belajar siswa yang dilatih dengan kedua metode ini menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan dengan hasil belajar mereka sebelum diberikan perlakuan dengan kedua metode ini. Saran untuk penelitian selanjutnya untuk mengembangkan metode matematis seperti aturan cramer dan invers matriks untuk menyelesaikan fisika sebagai alternatif dalam membantu siswa menyelesaikan persoalan fisika dan meningkatkan hasil belajar fisika siswa.

DAFTAR PUSAKA

- Ady, W. N. (2022). Analisis kesulitan belajar siswa SMA terhadap mata pelajaran fisika pada materi gerak lurus beraturan. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 2(1), 104. <https://doi.org/10.52434/jpif.v2i1.1599>
- Aldianti, S. F. S. (2024). Peran filsafat dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di era modern. *Antropocene: Jurnal Penelitian Ilmu Humaniora*, 4(3), 90–96. <https://doi.org/10.56393/antropocene.v4i3.2452>
- Alivia, H., Wahyudianti, R., Hidayati, H., Imaniyah, K., & Prastowo, S. H. B. (2023). Analisis penguasaan konsep fisika materi dan perubahannya melalui penyelesaian soal isomorfik pada siswa kelas VII MTS Zainul Bahar. *DIAJAR: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 2(3), 354–358. <https://doi.org/10.54259/diajar.v2i3.1695>
- Ariyanti, N., Taurusta, C., Faisal Amir, M., Sains dan Teknomlogi, F., Sidoarjo, M., & Sains dan Teknologi, F. (2022). Matrix calculator based on android as the implementation of independent campus learning kalkulator matriks berbasis android sebagai pengejawantahan merdeka belajar kampus merdeka. <https://pssh.umsida.ac.id>
- Devita, R. (2022). Eksistensi metode cramer sebagai solusi penyelesaian SPL dalam kasus rangkaian Listrik. *Jurnal Syntax Fusion*, 2(10), 859–970.
- Diah Puspitasari, A. (2019). Penerapan media pembelajaran fisika menggunakan modul cetak dan modul elektronik pada siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika*,

- 7(1), 2355–5785. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/indeks.php/PendidikanFisika>
- Fitri, A., & Putra, A. (2023). Pengaruh strategi konflik kognitif model discovery based learning terhadap pencapaian kompetensi siswa dalam pembelajaran fisika kelas XI SMAN 2 Padang Panjang. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(3), 22868–22877.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores.
- Kaso Sanusi, D., Arafah, K., Bunga Dara Amin, dan, Studi Pendidikan Fisika, P., Pascasarjana Universitas Negeri Makassar Jl Andi Djemma, P., UNM Gunung Sari Baru, K., & -, M. (2020). Analisis gaya berpikir sekuensial-acak abstrak dalam memecahkan masalah fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)*, 8(1).
- Marthazilla Febby Ahmad, Ni'mah Fauziah, Okta Rosfiani, & Saskia Rachman. (2024). Peningkatan hasil belajar ilmu pengetahuan alam materi posisi dan bayangan matahari siswa kelas II melalui model pembelajaran kooperatif tipe picture and picture di SDN tanjung barat 09 tahun pelajaran 2017-2018. *Madako Elementary School*, 3(1), 27–41. <https://doi.org/10.56630/mes.v3i1.229>
- Nikmatin Mabsutsah, & Yushardi, Y. (2022). Analisis kebutuhan guru terhadap e-module berbasis STEAM dan kurikulum merdeka pada materi pemanasan global. *Jurnal pendidikan MIPA*, 12(2), 205–213. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.588>
- Ramadhanti, A., Kholilah, K., Fitriani, R., Rini, E. F. S., & Pratiwi, M. R. (2022). Hubungan motivasi terhadap hasil belajar fisika kelas X MIPA di SMAN 1 kota jambi. *Journal Evaluation in Education (JEE)*, 3(2), 60–65. <https://doi.org/10.37251/jee.v3i2.246>
- Rizkita, N. I., & Mufit, F. (2022). Analisis pemahaman konsep dan sikap siswa terhadap belajar fisika pada materi hukum newton tentang gerak. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 6(2), 233–242. <https://doi.org/10.24036/jep/vol6-iss2/599>
- Simbolon, M., Jua, S. K., & Simatupang, D. F. (2024). Analisis tingkat kemampuan pemecahan masalah peserta didik kelas X SMA pada materi suhu dan kalor. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(2), 3898–3904.
- Siregar, B., & Tulus, S. (2014). Sainia matematika invers suatu matriks toeplitz menggunakan metode adjoin. *02(01)*, 85–94.
- Wahyudianti, R. (2023). penerapan metode minor-kofaktor matrik bujursangkar orde-3 dalam aturan cramer pada penyelesaian soal rangkaian listrik DC 2-Loop. *Navigation Physics: Journal of Physics Education*, 5(2), 37–45.
- Wulandari, R. (2024). Invers matriks ordo 3x3 dengan menggunakan metode operasi baris elementer (OBE). *Jurnal Pustaka Cendekia Pendidikan*, 2(1), 24–29.
- Yanto, H., Putra, A., Pengajar, S., & Fisika, J. (2020). Analisis hasil belajar fisika siswa ditinjau dari persepsinya terhadap pembelajaran pada materi hukum newton tentang gerak di kelas X SMA di kota padang mahasiswa pendidikan fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang. *Physics Education*, 13(1).