

Penerapan Konsep Matriks, Invers Matriks, dan Transformasi Linear dalam Pembelajaran Interaktif serta Optimasi Algoritma dan Analisis Strategi Berbasis Data

Ari Martua Hutagaol¹, Joycelin Christiana², Nurul Khotimah Siregar³, Jackson Ardian Sirait⁴, Abdul Muin Sibuea⁵, Selly Annisa Binti Zulkarnain⁶

^{1, 2, 3, 4} Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia

^{5, 6} Dosen Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan, Indonesia

Email : arimartuahutagaol@gmail.com, joycelinchristiana@gmail.com, nurulkhotimah1306@gmail.com, jekipoco1@gmail.com

Article Info

Article history:

Received February 20, 2026

Revised March 11, 2026

Accepted March 12, 2026

Keywords:

Matrix, Matrix Inverse, Linear Transformation, Interactive Learning, Algorithm Optimization, Data-Driven Strategy, Linear Algebra, Computational Efficiency, Data Analysis, Educational Technology.

ABSTRACT

The development of technology and the demands of 21st-century education require the integration of mathematical concepts with interactive and data-driven learning approaches. This study discusses the application of matrix concepts, matrix inverses, and linear transformations in interactive learning environments, as well as their role in algorithm optimization and data-based strategy analysis. Matrices function as systematic representations in data processing, modeling systems of linear equations, and forming the foundation of numerical computation. Matrix inverses play an important role in solving linear systems and reconstructing data, while linear transformations are applied in graphical visualization, interactive simulations, and coordinate system modeling within digital learning platforms. Through technology-based interactive learning, students are encouraged not only to understand theoretical concepts but also to implement them in simulations, basic programming tasks, and data analysis activities. Furthermore, these mathematical concepts contribute significantly to algorithm optimization, particularly in improving computational efficiency, image processing, artificial intelligence, and decision-making systems based on data analysis. By integrating linear algebra theory with algorithmic optimization and strategic data analysis, the learning process becomes more contextual, practical, and aligned with advancements in information technology. The findings indicate that the application of matrices and linear transformations in interactive learning enhances conceptual understanding, critical thinking skills, and students' analytical abilities. Therefore, integrating linear algebra concepts with algorithm optimization and data-driven strategy analysis represents a strategic approach to developing innovative and adaptive mathematics education in the digital era.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Article Info

Article history:

Received February 20, 2026

Revised March 11, 2026

Accepted March 12, 2026

ABSTRACT

Perkembangan teknologi dan tuntutan pembelajaran abad ke-21 mendorong integrasi konsep matematika dengan pendekatan pembelajaran yang interaktif dan berbasis data. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penerapan konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear dalam pembelajaran interaktif serta

Keywords:

Matriks, Invers Matriks, Transformasi Linear, Pembelajaran Interaktif, Optimasi Algoritma, Strategi Berbasis Data, Aljabar Linear, Efisiensi Komputasi, Analisis Data, Teknologi Pendidikan.

hubungannya dengan optimasi algoritma dan analisis strategi berbasis data. Matriks digunakan sebagai alat representasi dalam pengolahan data, pemodelan sistem persamaan linear, serta dasar komputasi numerik. Invers matriks berperan dalam penyelesaian sistem persamaan dan rekonstruksi data, sedangkan transformasi linear diterapkan dalam visualisasi grafis, simulasi digital, dan pemodelan perubahan koordinat. Pendekatan pembelajaran interaktif memungkinkan peserta didik memahami konsep secara konseptual dan aplikatif melalui penggunaan teknologi, simulasi, serta implementasi sederhana dalam pemrograman dan analisis data. Selain itu, konsep-konsep aljabar linear tersebut mendukung optimasi algoritma dengan meningkatkan efisiensi komputasi dan akurasi dalam pengolahan informasi. Integrasi ini juga memperkuat kemampuan analisis strategi berbasis data dalam pengambilan keputusan yang sistematis dan terukur. Hasil kajian menunjukkan bahwa penerapan matriks dan transformasi linear dalam pembelajaran interaktif mampu meningkatkan pemahaman konsep, keterampilan berpikir kritis, serta kemampuan analitis peserta didik. Oleh karena itu, integrasi aljabar linear dengan optimasi algoritma dan strategi berbasis data menjadi langkah inovatif dalam mengembangkan pembelajaran matematika yang relevan, efektif, dan adaptif terhadap perkembangan teknologi digital.

This is an open access article under the [CC BY-SA](#) license.

**Corresponding Author:**

Ari Martua Hutagaol
Universitas Negeri Medan, Indonesia
Email: arimartuahutagaol@gmail.com

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada era digital menuntut integrasi antara konsep matematika teoritis dengan penerapan praktis berbasis teknologi dan data. Salah satu cabang matematika yang memiliki peranan sangat penting dalam perkembangan tersebut adalah aljabar linear, khususnya konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear. Ketiga konsep ini tidak hanya menjadi dasar dalam pembelajaran matematika di perguruan tinggi, tetapi juga berperan signifikan dalam berbagai bidang seperti kecerdasan buatan, pengolahan citra, sistem kendali, analisis data, hingga optimasi algoritma dalam ilmu komputer. Oleh karena itu, pembelajaran yang bersifat interaktif dan kontekstual menjadi sangat penting agar mahasiswa tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu mengaplikasikannya secara nyata.

Matriks merupakan representasi matematis yang efisien untuk menyusun dan mengolah data dalam bentuk tabel baris dan kolom. Dalam konteks komputasi modern, matriks digunakan untuk merepresentasikan data numerik dalam skala besar, seperti data statistik, grafik jaringan, maupun parameter dalam model machine learning. Invers matriks memiliki peranan penting dalam penyelesaian sistem persamaan linear, analisis kestabilan sistem, serta dalam perhitungan model regresi linier berbasis data. Sementara itu, transformasi linear berfungsi untuk memetakan suatu ruang vektor ke ruang vektor lainnya dengan aturan tertentu, yang dalam praktiknya digunakan dalam transformasi koordinat, animasi komputer, pengolahan sinyal, hingga reduksi dimensi data.

Dalam pembelajaran interaktif, penerapan konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear dapat dilakukan melalui simulasi digital, visualisasi grafik, serta

penggunaan perangkat lunak komputasi seperti Matlab atau Python. Pendekatan ini memungkinkan mahasiswa memahami konsep abstrak secara lebih konkret melalui eksperimen langsung dan analisis hasil secara *real-time*. Dengan metode ini, proses pembelajaran tidak lagi berpusat pada dosen (*teacher-centered*), melainkan berorientasi pada mahasiswa (*student-centered learning*), sehingga meningkatkan pemahaman konseptual, keterampilan analitis, dan kemampuan pemecahan masalah.

Selain dalam pembelajaran, konsep-konsep tersebut memiliki kontribusi besar dalam optimasi algoritma. Dalam dunia komputasi, efisiensi algoritma sangat bergantung pada bagaimana data direpresentasikan dan diolah. Penggunaan operasi matriks yang terstruktur dapat mempercepat proses komputasi, mengurangi kompleksitas waktu, serta meningkatkan akurasi perhitungan. Analisis strategi berbasis data juga memanfaatkan konsep transformasi linear untuk mengidentifikasi pola, memodelkan hubungan antarvariabel, serta melakukan prediksi yang lebih akurat. Dengan demikian, integrasi antara teori aljabar linear dan analisis data menjadi fondasi penting dalam pengambilan keputusan berbasis bukti (*evidence-based decision making*).

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penerapan konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear dalam pembelajaran interaktif serta optimasi algoritma dan analisis strategi berbasis data merupakan langkah strategis dalam meningkatkan kualitas pendidikan matematika dan relevansinya terhadap kebutuhan industri dan teknologi modern. Oleh karena itu, kajian ini bertujuan untuk menguraikan secara komprehensif bagaimana konsep-konsep tersebut diimplementasikan secara efektif dalam proses pembelajaran dan penerapan praktis berbasis teknologi dan data.

METODE

Penelitian ini merupakan mini riset dengan pendekatan kuantitatif menggunakan metode eksperimen semu (*quasi-experimental*) dengan desain *One Group Pretest–Posttest*. Desain ini digunakan untuk mengukur efektivitas penerapan konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear dalam pembelajaran interaktif serta dampaknya terhadap kemampuan optimasi algoritma dan analisis strategi berbasis data.

Subjek penelitian adalah mahasiswa yang sedang menempuh mata kuliah Aljabar Linear pada semester berjalan. Pemilihan sampel dilakukan secara *purposive sampling*, yaitu mahasiswa yang telah mempelajari sistem persamaan linear sebagai prasyarat pemahaman invers matriks. Penelitian dilaksanakan dalam satu kelas eksperimen tanpa kelas kontrol, sesuai dengan desain mini riset.

Prosedur penelitian diawali dengan pemberian *pretest* untuk mengukur kemampuan awal mahasiswa dalam memahami operasi matriks, invers matriks, dan transformasi linear. Selanjutnya diberikan perlakuan berupa pembelajaran interaktif berbasis studi kasus. Pembelajaran dilakukan melalui diskusi kelompok, pemodelan masalah nyata ke dalam bentuk matriks, penyelesaian sistem persamaan menggunakan invers matriks, serta visualisasi transformasi linear dalam bentuk grafik dua dimensi. Mahasiswa juga diberikan tugas untuk merancang solusi optimasi sederhana menggunakan representasi matriks sebagai dasar analisis strategi berbasis data. Setelah proses pembelajaran selesai, mahasiswa diberikan *posttest* untuk mengukur peningkatan pemahaman konseptual dan kemampuan aplikatif.

Teknik pengumpulan data meliputi tes tertulis (*pretest dan posttest*), lembar observasi aktivitas mahasiswa selama pembelajaran interaktif, serta dokumentasi hasil studi kasus yang dikerjakan mahasiswa. Instrumen tes disusun berdasarkan indikator kemampuan konseptual dan kemampuan penerapan dalam konteks optimasi dan analisis data.

Analisis data dilakukan secara kuantitatif dengan menghitung rata-rata nilai *pretest* dan *posttest*, kemudian menentukan peningkatan hasil belajar menggunakan rumus

Normalized Gain (N-Gain). Hasil N-Gain dikategorikan ke dalam tingkat rendah, sedang, atau tinggi untuk menilai efektivitas pembelajaran. Selain itu, dilakukan analisis deskriptif terhadap kemampuan mahasiswa dalam memodelkan data menggunakan matriks, menerapkan invers matriks untuk penyelesaian sistem, serta menginterpretasikan transformasi linear dalam konteks pengambilan keputusan berbasis data.

Metode ini dirancang agar selaras dengan fokus penelitian, yaitu mengintegrasikan konsep aljabar linear dalam pembelajaran interaktif sekaligus mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam optimasi algoritma dan analisis strategi berbasis data secara sistematis dan terukur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengolahan data pretest dan posttest, diperoleh gambaran yang lebih rinci mengenai peningkatan kemampuan mahasiswa setelah diterapkannya pembelajaran interaktif berbasis konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear. Nilai rata-rata pretest menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan operasi matriks dengan penyelesaian masalah kontekstual. Kesalahan yang dominan ditemukan pada proses perkalian matriks dan dalam menentukan invers matriks, terutama ketika menghitung determinan. Setelah diberikan perlakuan berupa pembelajaran interaktif berbasis studi kasus dan analisis data, rata-rata nilai posttest meningkat secara signifikan. Peningkatan tersebut dihitung menggunakan rumus *Normalized Gain* (N-Gain):

$$N\text{-Gain} = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{maks} - S_{pre}}$$

Dengan:

S_{post} = skor posttest

S_{pre} = skor pretest

S_{maks} = skor maksimum

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa berada pada kategori peningkatan sedang hingga tinggi, yang mengindikasikan efektivitas pendekatan pembelajaran yang diterapkan.

Dalam penerapan konsep matriks untuk pemodelan data, mahasiswa diminta merepresentasikan data numerik ke dalam bentuk matriks umum:

$$A = [a_{ij}], i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

Operasi penjumlahan matriks dilakukan dengan:

$$(A + B)_{ij} = a_{ij} + b_{ij}$$

Sedangkan perkalian matriks dirumuskan sebagai:

$$(AB)_{ij} = \sum_{k=1}^n a_{ik} b_{kj}$$

Mahasiswa mampu mengaplikasikan rumus tersebut untuk menyusun model data produksi, distribusi, atau perbandingan variabel dalam studi kasus sederhana. Hal ini menunjukkan bahwa pemahaman tidak lagi bersifat teoritis, melainkan aplikatif.

Dalam penyelesaian sistem persamaan linear berbasis data, digunakan model matriks:

$$AX = B$$

dengan:

$$A = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}, B = \begin{bmatrix} e \\ f \end{bmatrix}$$

Solusi sistem diperoleh menggunakan invers matriks:

$$X = A^{-1}B$$

dengan invers matriks ordo 2×2 dirumuskan sebagai:

$$A^{-1} = \frac{1}{ad - bc} \begin{bmatrix} d & -b \\ -c & a \end{bmatrix}$$

di mana determinan matriks:

$$\det(A) = ad - bc, \det(A) \neq 0$$

Mahasiswa menunjukkan peningkatan ketelitian dalam menghitung determinan dan dalam menginterpretasikan solusi x dan y sebagai variabel keputusan dalam konteks optimasi.

Pada konsep transformasi linear, mahasiswa mempelajari bahwa suatu transformasi T dikatakan linear apabila memenuhi:

$$\begin{aligned} T(\mathbf{u} + \mathbf{v}) &= T(\mathbf{u}) + T(\mathbf{v}) \\ T(k\mathbf{v}) &= kT(\mathbf{v}) \end{aligned}$$

Transformasi direpresentasikan dalam bentuk matriks:

$$T(\mathbf{v}) = A\mathbf{v}$$

Untuk vektor dua dimensi:

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

maka hasil transformasinya adalah:

$$T(\mathbf{v}) = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} ax + by \\ cx + dy \end{bmatrix}$$

Melalui visualisasi grafik, mahasiswa dapat mengamati perubahan posisi, skala, maupun rotasi vektor akibat transformasi tersebut. Hal ini memperkuat pemahaman konseptual terhadap hubungan antara representasi aljabar dan geometri.

Dalam konteks optimasi algoritma berbasis data, matriks digunakan untuk menyederhanakan proses perhitungan dan meningkatkan efisiensi komputasi. Misalnya, jika terdapat fungsi biaya sederhana berbentuk:

$$f(x, y) = ax + by$$

Variabel keputusan diperoleh dari solusi sistem matriks, maka strategi optimal ditentukan berdasarkan nilai maksimum atau minimum dari fungsi tersebut. Pendekatan ini melatih mahasiswa untuk mengintegrasikan hasil perhitungan matriks dengan analisis strategis.

Secara keseluruhan, hasil menunjukkan bahwa integrasi konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear dalam pembelajaran interaktif tidak hanya meningkatkan skor akademik mahasiswa, tetapi juga memperkuat kemampuan analisis, pemodelan data, serta penyusunan strategi berbasis perhitungan matematis yang sistematis. Pendekatan ini efektif dalam menghubungkan teori aljabar linear dengan penerapan nyata dalam optimasi dan pengambilan keputusan berbasis data.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penerapan konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear dalam pembelajaran interaktif memberikan dampak positif terhadap peningkatan pemahaman konseptual dan kemampuan aplikatif mahasiswa. Integrasi ketiga konsep tersebut tidak hanya memperkuat penguasaan teori aljabar linear, tetapi juga meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memodelkan permasalahan ke dalam bentuk matematis yang terstruktur.

Melalui pendekatan pembelajaran berbasis studi kasus dan analisis data, mahasiswa mampu merepresentasikan data dalam bentuk matriks, menyelesaikan sistem persamaan linear menggunakan invers matriks, serta menginterpretasikan transformasi linear secara visual dan analitis. Penerapan ini terbukti efektif berdasarkan peningkatan hasil belajar yang diukur melalui perbandingan nilai pretest dan posttest serta perhitungan N-Gain yang menunjukkan kategori peningkatan sedang hingga tinggi.

Selain itu, penggunaan matriks dalam optimasi algoritma membantu mahasiswa memahami bagaimana data dapat diolah secara sistematis untuk menghasilkan solusi yang efisien. Transformasi linear memberikan pemahaman lebih mendalam mengenai perubahan struktur data, sedangkan invers matriks berperan dalam menentukan solusi variabel keputusan secara tepat. Dengan demikian, pembelajaran interaktif yang mengintegrasikan konsep-konsep tersebut mampu mengembangkan kemampuan berpikir logis, analitis, dan strategis dalam pengambilan keputusan berbasis data.

Secara keseluruhan, penelitian ini menegaskan bahwa penerapan konsep matriks, invers matriks, dan transformasi linear dalam pembelajaran interaktif merupakan pendekatan yang relevan dan efektif untuk mendukung optimasi algoritma serta analisis strategi berbasis data di lingkungan pendidikan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H., & Rorres, C. (2014). *Elementary Linear Algebra* (11th ed.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Lay, D. C., Lay, S. R., & McDonald, J. J. (2016). *Linear Algebra and Its Applications* (5th ed.). Boston: Pearson.

- Strang, G. (2016). *Introduction to Linear Algebra* (5th ed.). Wellesley, MA: Wellesley-Cambridge Press.
- Meyer, C. D. (2000). *Matrix Analysis and Applied Linear Algebra*. Philadelphia: SIAM.
- Boyd, S., & Vandenberghe, L. (2004). *Convex Optimization*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). *Introduction to Operations Research* (10th ed.). New York: McGraw-Hill Education.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., & Stein, C. (2009). *Introduction to Algorithms* (3rd ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bishop, C. M. (2006). *Pattern Recognition and Machine Learning*. New York: Springer.