

Pengaruh Pendekatan Visualisasi Grafik Terhadap Pemahaman Mahasiswa Tentang Transformasi Laplace dalam Fisika

Siti Nahria Hasan^{1*} dan Haryati Mahyudin¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Ilmu Pendidikan Institut Sains dan Kependidikan Kie Raha Maluku Utara, Indonesia

Email Corresponding Author : nahriyahsanaya@gmail.com

ABSTRAK

Transformasi Laplace merupakan konsep penting dalam matematika fisika yang digunakan untuk menyelesaikan berbagai persamaan diferensial dalam analisis sistem fisis. Namun, sifatnya yang abstrak sering menjadi kendala bagi mahasiswa dalam memahami hubungan antara representasi fungsi di domain waktu dan domain s. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pendekatan visualisasi grafik terhadap pemahaman mahasiswa mengenai Transformasi Laplace. Metode yang digunakan adalah eksperimen semu dengan desain pretest-posttest control group. Kelompok eksperimen menerima pembelajaran menggunakan visualisasi grafik melalui perangkat lunak matematika, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran konvensional. Pengumpulan data dilakukan menggunakan tes pemahaman konsep dan dianalisis melalui uji normalitas, uji N-Gain, serta uji t independen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan pemahaman mahasiswa pada kelompok eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelompok kontrol, dengan nilai N-Gain 0,69 (kategori tinggi) dan effect size 0,92 yang menunjukkan pengaruh besar. Uji t juga mengonfirmasi adanya perbedaan signifikan antara kedua kelompok ($p < 0,01$). Temuan ini menunjukkan bahwa visualisasi grafik efektif dalam memperkuat pemahaman konseptual mahasiswa tentang Transformasi Laplace, khususnya dalam membantu mereka menghubungkan representasi matematis dengan makna fisinya. Penelitian ini merekomendasikan integrasi visualisasi dalam pembelajaran matematika fisika untuk konsep-konsep abstrak.

Kata-kata kunci: *Visualisasi Grafik; Transformasi Laplace; Pemahaman Mahasiswa*

PENDAHULUAN

Transformasi Laplace merupakan salah satu topik esensial dalam mata kuliah fisika matematika, analisis sistem, dan pemodelan matematis yang diajarkan di berbagai program studi sains dan teknik. Konsep ini berfungsi sebagai alat transformasi yang memungkinkan pengubahan fungsi dalam domain waktu menjadi fungsi dalam domain kompleks (domain s), sehingga mempermudah penyelesaian persamaan diferensial linear yang sering muncul pada persoalan fisika seperti osilasi teredam, rangkaian listrik, dinamika fluida, dan fenomena transport. Meskipun memiliki peranan teoretis dan aplikatif yang sangat penting, pemahaman mahasiswa terhadap Transformasi Laplace masih tergolong rendah. Hal ini diakibatkan oleh tingkat abstraksi konsep yang tinggi serta langkah-langkah simbolik yang kompleks, yang sering kali tidak disertai dengan representasi visual yang memadai.

Pada praktik pembelajaran konvensional, materi Transformasi Laplace umumnya diajarkan melalui pendekatan deduktif dengan menekankan definisi matematis, tabel

transformasi, dan prosedur aljabar. Pendekatan tersebut cukup memberi ruang bagi mahasiswa untuk memahami perubahan bentuk fungsi setelah ditransformasikan, serta tidak cukup membantu mereka dalam mengaitkan konsep matematis dengan fenomena fisika yang direpresentasikannya. Akibatnya, mahasiswa cenderung menghafal prosedur transformasi dan invers transformasi tanpa benar-benar memahami hubungan antara sinyal atau fungsi di domain waktu dengan representasi barunya di domain s. Kondisi ini berpotensi menurunkan kemampuan mahasiswa dalam menyelesaikan masalah berbasis pemodelan, terutama ketika mereka diminta menginterpretasikan karakteristik sistem dari grafik atau fungsi transformasinya.

Seiring berkembangnya paradigma pembelajaran berbasis representasi ganda, berbagai penelitian menekankan pentingnya penggunaan visualisasi untuk meningkatkan pemahaman konsep abstrak dalam matematika dan fisika. Visualisasi grafik, baik berupa grafik statis maupun animasi interaktif, memungkinkan mahasiswa untuk melihat perubahan bentuk fungsi secara langsung, mengamati pola, serta memahami hubungan sistematis antara variabel. Pendekatan visual juga mendukung teori dual coding dan cognitive load theory, yang menyatakan bahwa penyajian informasi dalam format verbal dan visual secara bersamaan dapat memperkuat konstruksi pengetahuan dan menurunkan beban kognitif yang berlebihan.

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan grafik komputer, simulasi berbasis software, dan representasi visual dalam pembelajaran matematika fisika mampu meningkatkan performa akademik dan pemahaman konseptual mahasiswa. Namun demikian, penelitian mengenai penggunaan pendekatan visualisasi grafik secara spesifik pada pembelajaran Transformasi Laplace masih tergolong terbatas, terutama pada konteks pendidikan fisika di perguruan tinggi Indonesia. Kebanyakan penelitian sebelumnya lebih berfokus pada visualisasi untuk konsep turunan, integral, fungsi gelombang, atau dinamika partikel, sementara kajian mengenai visualisasi transformasi integral seperti Transformasi Laplace masih jarang ditemukan.

Kesenjangan ini menunjukkan perlunya sebuah penelitian yang secara langsung menguji efektivitas pendekatan visualisasi grafik dalam membantu mahasiswa memahami Transformasi Laplace, baik dari segi proses transformasi, interpretasi grafik domain waktu dan domain s, maupun pemahaman terhadap makna fisiknya. Mengingat Transformasi Laplace merupakan dasar bagi banyak topik lanjutan, peningkatan pemahaman mahasiswa pada konsep ini diprediksi akan berdampak positif pada kompetensi mereka dalam memecahkan masalah fisika yang lebih kompleks.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh pendekatan visualisasi grafik terhadap pemahaman mahasiswa tentang Transformasi Laplace dalam fisika. Penelitian ini tidak hanya bertujuan mengukur peningkatan pemahaman mahasiswa, tetapi juga memberikan gambaran mengenai bagaimana visualisasi grafik dapat diterapkan secara sistematis dalam proses pembelajaran. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan strategi pengajaran yang lebih efektif, serta menjadi referensi bagi dosen dan peneliti dalam merancang pembelajaran matematika fisika yang lebih interaktif, bermakna, dan berorientasi pada pemahaman konseptual.

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu (quasi experiment) dengan desain pretest-posttest control group design. Desain ini dipilih untuk membandingkan pemahaman mahasiswa antara kelas yang mendapatkan pembelajaran menggunakan pendekatan visualisasi grafik (kelas eksperimen) dan kelas yang mendapatkan pembelajaran konvensional (kelas kontrol). Skema desain penelitian sebagai berikut:

Tabel 1. Skema Desain Penelitian

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O1	Visualisasi Grafik	O2
Kontrol	O3	Konvensional	O4

Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa program studi pendidikan fisika yang sedang menempuh mata kuliah Matematika Fisika atau mata kuliah yang mencakup materi Transformasi Laplace. Penentuan sampel dilakukan dengan purposive sampling, yaitu memilih kelas yang memenuhi kriteria kesetaraan materi

Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan meliputi:

1. Tes pemahaman konsep, berbentuk soal pilihan ganda dan uraian yang mengukur: Pemahaman representasional, Interpretasi grafik, Keterampilan transformasi dan invers dan Penerapan konsep dalam penyelesaian masalah
2. Lembar observasi

Prosedur Penelitian

Perlakuan dilakukan selama beberapa pertemuan dengan tahapan berikut:

1. Pretest untuk mengukur pemahaman awal mahasiswa.
2. Pemberian materi menggunakan pendekatan visualisasi grafik, meliputi:
 - a) Visualisasi grafik fungsi pada domain waktu dan domain s.
 - b) Animasi transformasi fungsi ke domain s.
 - c) Representasi interaktif
 - d) Latihan interpretasi grafik transformasi.
3. Kelompok kontrol menerima pembelajaran konvensional berbasis ceramah, contoh soal, dan penggunaan tabel Transformasi Laplace tanpa visualisasi grafik.

4. Posttest untuk mengukur pemahaman setelah perlakuan.

Analisis Data

Analisis data dilakukan melalui beberapa tahap:

1. Uji Normalitas dan Homogenitas untuk memastikan kesesuaian penggunaan uji statistik.
2. Uji Gain Ternormalisasi (N-Gain) untuk melihat efektivitas pembelajaran melalui peningkatan skor pemahaman.
3. Uji t independen atau Mann–Whitney U (bergantung distribusi data) untuk melihat perbedaan signifikan antara kelompok eksperimen dan kontrol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. Hasil Pretest

Sebelum perlakuan, dilakukan pretest pada kedua kelompok untuk mengetahui kemampuan awal mahasiswa terkait konsep Transformasi Laplace. Hasil analisis menunjukkan bahwa: Rata-rata pretest kelompok eksperimen: 41,2 dan Rata-rata pretest kelompok kontrol: 42,7. Uji statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok pada tahap awal ($p > 0,05$). Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan awal mahasiswa setara sehingga dapat dilanjutkan ke tahap perlakuan.

2. Hasil Posttest

Setelah perlakuan, diperoleh hasil sebagai berikut:

- Rata-rata posttest kelompok eksperimen: 82,5
- Rata-rata posttest kelompok kontrol: 69,4

Perbedaan rata-rata ini menunjukkan adanya peningkatan pemahaman yang lebih tinggi pada kelompok eksperimen.

Perbandingan hasil pretest posttest dapat dilihat pada table 2 dibawah ini

Tabel 2. Hasil Pretest Posttest

Kelas	Pretest	Posttest
Eksperimen	41,2	82,5
Kontrol	42,7	69,4

3. Peningkatan Pemahaman N-gain

Analisis N-Gain digunakan untuk melihat efektivitas pembelajaran.

- N-Gain kelompok eksperimen: 0,69 (kategori tinggi)
- N-Gain kelompok kontrol: 0,45 (kategori sedang)

Hasil tersebut menunjukkan bahwa pendekatan visualisasi grafik memberikan peningkatan pemahaman yang lebih signifikan dibandingkan pembelajaran konvensional.

4. Uji Statistik

Uji t-test independen terhadap skor posttest menunjukkan: $p\text{-value} < 0,01$, sehingga terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Ini menunjukkan bahwa pendekatan visualisasi grafik memiliki pengaruh kuat terhadap pemahaman mahasiswa.

Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa yang mengikuti pembelajaran dengan pendekatan visualisasi grafik mengalami peningkatan pemahaman konsep Transformasi Laplace yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan mahasiswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Temuan ini tercermin dari nilai N-Gain kelompok eksperimen sebesar 0,69 (kategori tinggi), yang melampaui kelompok kontrol dengan N-Gain 0,45 (kategori sedang), serta diperkuat oleh hasil uji t independen yang menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,01$). Secara pedagogis, hasil ini mengindikasikan bahwa visualisasi grafik bukan sekadar alat bantu ilustratif, melainkan berperan sebagai sarana kognitif yang memfasilitasi pembentukan pemahaman konseptual yang lebih mendalam.

Pendekatan visualisasi grafik memungkinkan mahasiswa untuk mengamati secara langsung perubahan representasi fungsi dari domain waktu ke domain s, sehingga proses transformasi integral yang sebelumnya bersifat abstrak dapat dipahami secara lebih konkret. Mahasiswa tidak hanya berfokus pada manipulasi simbolik dan penggunaan tabel

Transformasi Laplace, tetapi juga mampu memahami makna matematis dan implikasi fisis dari hasil transformasi tersebut. Temuan ini sejalan dengan pandangan Suparno (2013) yang menekankan bahwa miskonsepsi dalam fisika sering muncul akibat dominasi pendekatan simbolik tanpa dukungan representasi visual yang memadai.

Dari perspektif cognitive load theory, pembelajaran Transformasi Laplace secara konvensional cenderung menempatkan beban kognitif intrinsik yang tinggi pada mahasiswa, karena menuntut penguasaan simultan terhadap konsep integral, fungsi kompleks, dan prosedur aljabar. Visualisasi grafik berperan dalam mereduksi beban tersebut dengan menyediakan representasi eksternal yang membantu mahasiswa mengorganisasi informasi secara lebih efisien. Melalui grafik dan animasi transformasi, mahasiswa dapat memusatkan perhatian pada pola perubahan fungsi, tanpa harus sepenuhnya terbebani oleh detail komputasi simbolik.

Hasil penelitian ini menguatkan temuan Mulyani dan Sugiyanto (2020) yang menyatakan bahwa media visual mampu menurunkan beban kognitif mahasiswa dalam memahami konsep matematika yang abstrak. Dengan kata lain, visualisasi grafik berfungsi sebagai scaffolding kognitif yang mendukung proses internalisasi konsep Transformasi Laplace secara bertahap dan bermakna.

Peningkatan signifikan pada kelompok eksperimen juga tampak pada kemampuan mahasiswa dalam menginterpretasi grafik domain waktu dan domain s. Mahasiswa menjadi lebih terampil dalam mengidentifikasi karakteristik fungsi transformasi, seperti kecenderungan peluruhan eksponensial, pergeseran bentuk fungsi, serta keterkaitannya dengan respons sistem fisis. Kemampuan ini sangat krusial dalam pembelajaran fisika, karena grafik merupakan representasi utama dalam menjelaskan perilaku sistem dinamis, rangkaian listrik, dan fenomena osilasi.

Hasil ini konsisten dengan penelitian Yulianti (2016) dan Asih dan Prabowo (2017) yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis multirepresentasi dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep dan interpretasi grafik siswa maupun mahasiswa. Visualisasi grafik melatih mahasiswa untuk berpikir representasional, yakni mengaitkan antara simbol matematis, grafik, dan makna fisis secara terpadu. Dengan demikian, mahasiswa tidak lagi memandang Transformasi Laplace sebagai prosedur

matematis yang terlepas dari konteks fisika, tetapi sebagai alat analisis yang memiliki makna konseptual dan aplikatif.

Secara keseluruhan, temuan penelitian ini memperkuat argumen bahwa integrasi visualisasi grafik dalam pembelajaran matematika fisika, khususnya pada materi Transformasi Laplace, merupakan strategi pedagogis yang efektif dan relevan. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan capaian kognitif mahasiswa, tetapi juga mendorong terbentuknya pemahaman konseptual yang lebih utuh dan berkelanjutan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wiyono dan Nugroho (2016) serta Hidayat dan Susilowati (2020), yang menegaskan efektivitas media berbasis komputer dan visualisasi dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika dan fisika tingkat lanjut.

Namun demikian, perlu dicermati bahwa keberhasilan pendekatan visualisasi grafik sangat bergantung pada desain pembelajaran dan kualitas visualisasi yang digunakan. Visualisasi yang tidak terstruktur atau terlalu kompleks justru berpotensi menambah beban kognitif mahasiswa. Oleh karena itu, dosen perlu merancang visualisasi yang selaras dengan tujuan pembelajaran, tingkat kemampuan mahasiswa, dan karakteristik materi Transformasi Laplace.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan visualisasi grafik berpengaruh signifikan dalam meningkatkan pemahaman konseptual mahasiswa terhadap materi Transformasi Laplace. Mahasiswa yang belajar dengan dukungan visualisasi grafik memperoleh peningkatan pemahaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan pembelajaran konvensional, baik dari sisi hasil posttest maupun nilai N-Gain. Visualisasi grafik membantu mahasiswa memahami hubungan antara representasi fungsi pada domain waktu dan domain s, sehingga proses transformasi tidak hanya dipahami secara prosedural, tetapi juga secara konseptual dan bermakna. Selain itu, pendekatan ini mampu mereduksi beban kognitif dan memperkuat kemampuan interpretasi grafik yang esensial dalam pembelajaran fisika. Dengan demikian, integrasi visualisasi grafik direkomendasikan sebagai strategi pembelajaran efektif untuk konsep-konsep abstrak dalam matematika fisika, khususnya Transformasi Laplace.

REFERENSI

- Anggraini, R., & Subiki. (2018). Pengaruh penggunaan media simulasi PhET terhadap hasil belajar siswa pada materi gelombang. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 7(3), 266–272.
- Asih, S. H., & Prabowo, H. (2017). Pengaruh model pembelajaran berbasis representasi terhadap kemampuan pemahaman konsep fisika. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 6(3), 201–208.
- Hidayat, A., & Susilowati, E. (2020). Pengembangan media pembelajaran interaktif menggunakan GeoGebra untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Matematika Raflesia*, 5(2), 85–94.
- Ismail, I., Suyidno, & Jatmiko, B. (2018). The effectiveness of scientific approach-based learning to improve students' conceptual understanding in physics learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(4), 349–357.
- Kuswanto, H., & Radiansah, F. (2018). Pengembangan media pembelajaran berbasis Android untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 14(1), 1–10.
- Mulyani, S., & Sugiyanto. (2020). Pengaruh penggunaan media visual dalam meningkatkan penguasaan konsep mahasiswa pada pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 8(1), 56–63.
- Rohmawati, L. (2015). Efektivitas pembelajaran berbasis visualisasi multimedia terhadap peningkatan pemahaman konsep fisika. *Jurnal Pendidikan Sains*, 3(2), 76–83.
- Suparno, P. (2013). Miskonsepsi fisika & pembelajarannya. Yogyakarta: Gramedia Widiasarana. (Sumber nasional relevan tentang miskonsepsi dan pemahaman konsep)
- Susanti, E., & Suryana, A. (2019). Penggunaan perangkat lunak MATLAB untuk meningkatkan kemampuan pemodelan matematis mahasiswa. *Jurnal Matematika Integratif*, 15(1), 1–12.
- Wiyono, K., & Nugroho, A. (2016). Pengembangan media pembelajaran transformasi Laplace berbasis komputer. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, 5(2), 130–137.
- Yulianti, E. (2016). Pengaruh multi representasi terhadap kemampuan pemahaman konsep siswa. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2(2), 67–74.