

CAKRAWALA PENDIDIKAN

**FORUM KOMUNIKASI ILMIAH DAN
EKSPRESI KREATIF ILMU PENDIDIKAN**

**Implementasi 3R (*Read, Reflect, Recite*) dan *Two Stay Two Stray*
pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar**

**Strategi Peningkatan Kemampuan Analisis SWOT melalui
Pembelajaran Berbasis Proyek pada Siswa Kelas X Program BDPM
di SMK Negeri 1 Nglepok Blitar**

**Penggunaan Software Geogebra untuk Eksplorasi
Fungsi Eksponensial**

**Miskonsepsi Mahasiswa pada Perkuliahan Geometri Dasar
Ditinjau dari Teori Konstruktivisme**

**Penerapan Model Means Ends Analysis (MEA) pada Materi Hipotesis
Mahasiswa Semester V Program Studi Pendidikan Matematika**

Terbit 31 Oktober 2024

CAKRAWALA PENDIDIKAN
Forum Komunikasi Ilmiah dan Ekspresi Kreatif Ilmu Pendidikan

Terbit dua kali setahun pada bulan April dan Oktober
Terbit pertama kali April 1999

Ketua Penyunting

Feri Huda, S.Pd., M.Pd

Wakil Ketua Penyunting

Dra. Riki Suliana RS, M.Pd
M. Khafid Irsyadi, S.T., M.Pd

Penyunting Ahli

Drs. Saiful Rifai'i, M.Pd
Drs. Miranu Triantoro, M.Pd

Penyunting Pelaksana

Dr. Drs Udin Erawanto, M.Pd
Suryanti, S.Si., M.Pd
Cicik Pramesti, S.Pd., M.Pd

Pelaksana Tata Usaha

Kristiani, S.Pd., M.Pd
Suminto & Sunardi

Alamat Penerbit/Redaksi : Universitas PGRI Adi Buana Kampus Blitar: Jl. Kalimantan No. 111 Blitar, Telp. (0342) 801493. Langganan 2 Nomor setahun Rp. 200.000,00 ditambah ongkos kirim Rp. 50.000,00.

CAKRAWALA PENDIDIKAN diterbitkan oleh Universitas PGRI Adi Buana Kampus Blitar. **Direktur Operasional** : Dra. Riki Suliana RS., M.Pd.

Penyunting menerima artikel yang belum pernah diterbitkan di media cetak yang lainnya. Syarat-syarat, format dan aturan tata tulis artikel dapat diperiksa pada *Petunjuk bagi Penulis* di sampul belakang dalam jurnal ini. Artikel yang masuk akan ditelaah oleh Tim Penyunting dan Mitra Bestari untuk dinilai kelayakannya. Tim akan melakukan perubahan tata letak dan tata bahasa yang diperlukan tanpa mengubah maksud dan isinya.

Petunjuk Penulisan Cakrawala Pendidikan

1. Artikel belum pernah diterbitkan di media cetak yang lainnya.
2. Artikel diketik dengan memperhatikan aturan tentang penggunaan tanda baca dan ejaan yang baik dan benar sesuai *Pedoman Umum Ejaan Bahasa Indonesia yang Disempurnakan (Depdikbud, 1987)*
3. Pengetikan Artikel dalam format Microsoft Word, ukuran kertas A4, spasi 1.5, jenis huruf *Times New Roman*; ukuran huruf 12. Dengan jumlah halaman; 10 – 20 halaman.
4. Artikel yang dimuat dalam Jurnal ini meliputi tulisan tentang hasil penelitian, gagasan konseptual, kajian dan aplikasi teori, tinjauan kepustakaan, dan tinjauan buku baru.
5. Artikel ditulis dalam bentuk esai, disertai judul sub bab (heading) masing-masing bagian, kecuali bagian pendahuluan yang disajikan tanpa judul sub bab. Peringkat judul sub bab dinyatakan dengan jenis huruf yang berbeda, letaknya rata tepi kiri halaman, dan tidak menggunakan nomor angka, sebagai berikut:

PERINGKAT 1 (HURUF BESAR SEMUA TEBAL, RATA TEPI KIRI)

Peringkat 2 (Huruf Besar-kecil Tebal, Rata Tepi Kiri)

Peringkat 3 (*Huruf Besar-kecil Tebal, Miring, Rata Tepi Kiri*)

6. Artikel konseptual meliputi; (a) judul, (b) nama penulis, (c) abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris (maksimal 200 kata), (d) kata kunci, (e) identitas penulis (tanpa gelar akademik), (f) pendahuluan yang berisi latar belakang dan tujuan atau ruang lingkup tulisan, (g) isi/pembahasan (terbagi atas sub-sub judul), (h) penutup, dan (i) daftar rujukan. Artikel hasil penelitian disajikan dengan sistematika: (a) judul, (b) nama- nama peneliti, (c) abstrak dalam bahasa Indonesia dan Inggris (maksimal 200 kata), (d) kata kunci, (e) identitas penulis (tanpa gelar akademik), (f) pendahuluan yang berisi pembahasan kepustakaan dan tujuan penelitian, (g) metode, (h) hasil, (i) pembahasan (j) kesimpulan dan saran, dan (k) daftar rujukan.
7. Daftar rujukan disajikan mengikuti tata cara seperti contoh berikut dan diurutkan secara alfabetis dan kronologis.

Anderson, D.W., Vault, V.D., dan Dickson, C.E. 1993. *Problem and Prospects for the Decades*

Ahead: Competency Based Teacher Education. Barkeley: McCutchan Publishing Co.

Huda, N. 1991. *Penulisan Laporan Penelitian untuk Jurnal*. Makalah disajikan dalam Loka

Karya Penelitian Tingkat Dasar bagi Dosen PTN dan PTS di Malang Angkatan XIV, Pusat Penelitian IKIP MALANG, Malang, 12 Juli.

Prawoto, 1998. *Pengaruh Pengirformasian Tujuan Pembelajaran dalam Modul terhadap Hasil*

Belajar Siswa SD PAMONG Kelas Jauh. Tesis tidak diterbitkan. Malang: FPS IKIP MALANG.

Russel, T. 1993. An Alternative Conception: Representing Representation. Dalam P.J. Nlack & A. Lucas (Eds.) *Children's Informal Ideas in Science* (hlm.62-84). London:Routledge.

Sihombing, U. 2003. *Pendataan Pendidikan Berbasis Masyarakat*.
<http://www.puskur.or.id>. Diakses pada 21 April 2006.

Zainuddin, M.H. 1999. Meningkatkan Mutu Profesi Keguruan Indonesia. *Cakrawala Pendidikan*. 1 (1):45-52.

8. Pengiriman Artikel via email ke hudaferi@gmail.com paling lambat 3 bulan sebelum bulan penerbitan.

CAKRAWALA PENDIDIKAN

Forum Komunikasi Ilmiah dan Ekspresi Kreatif Ilmu Pendidikan

Volume 28, Nomor 2, Oktober 2024

Daftar Isi

Implementasi 3R (<i>Read, Reflect, Recite</i>) dan <i>Two Stay Two Stray</i> pada Materi Bangun Ruang Sisi Datar 1 <i>Eka Daya Manfaati, Cicik Pramesti, Suryanti</i>	1
Strategi Peningkatan Kemampuan Analisis SWOT melalui Pembelajaran Berbasis Proyek pada Siswa Kelas X Program BDPM di SMK Negeri 1 Nglepok Blitar 9 <i>Ekbal Santosa</i>	9
Penggunaan Software Geogebra untuk Eksplorasi Fungsi Eksponensial 19 <i>Fitria Yunaini, Sitta Khoirin Nisa</i>	19
Miskonsepsi Mahasiswa pada Perkuliahan Geometri Dasar Ditinjau dari Teori Konstruktivisme 29 <i>Kristiani</i>	29
Penerapan Model <i>Means Ends Analysis</i> (MEA) pada Materi Hipotesis Mahasiswa Semester V Program Studi Pendidikan Matematika 38 <i>Mohamad Khafid Irsyadi</i>	38

PENGUNAAN SOFTWARE GEOGEBRA UNTUK EKSPLOKASI FUNGSI EKSPONENSIAL

Fitria Yunaini¹⁾, Sitta Khoirin Nisa²⁾
juneef.10@gmail.com¹⁾ sitta.ansah@gmail.com²⁾
Universitas PGRI Adi Buana Kampus Blitar

Abstrak: Fungsi eksponensial adalah konsep matematika dasar yang dapat diterapkan secara luas pada dunia nyata seperti pertumbuhan populasi, bunga majemuk, dan peluruhan radioaktif. Penelitian ini memanfaatkan GeoGebra untuk mengeksplorasi dan memahami fungsi eksponensial, menjembatani kesenjangan antara konsep teoritis dan aplikasi praktis. Hal ini mencakup analisis komparatif antara metode klasik dan solusi GeoGebra untuk fungsi eksponensial. Kemampuan software untuk memvalidasi hasil matematika melalui konfirmasi visual, sedemikian hingga perannya untuk meningkatkan pemahaman tetapi juga menyediakan sarana verifikasi yang handal. Ilustrasi GeoGebra dan analisis matematis secara konsisten memberikan hasil melalui contoh-contoh praktis, yang menunjukkan efektivitas software dalam mendorong pemahaman tentang pertumbuhan eksponensial. Selain itu, penelitian ini dilakukan dengan mengamati secara langsung bagaimana siswa berinteraksi dengan materi dan mengidentifikasi kesalahan umum yang dilakukan selama pemecahan masalah. Hasil penelitian menginformasikan pengembangan dan penyempurnaan pendekatan ini, memastikan pemahaman komprehensif tentang manfaat dan tantangan yang terkait dengan pembelajaran fungsi eksponensial melalui GeoGebra.

Kata Kunci: *fungsi eksponensial, GeoGebra, analisis, visualisasi*

Abstract: The exponential function is a basic mathematical concept that can be widely applied to the real world such as population growth, compound interest, and radioactive decay. This research utilizes GeoGebra to explore and understand exponential functions, bridging the gap between theoretical concepts and practical applications. This includes a comparative analysis between classical methods and GeoGebra solutions for exponential functions. The software's ability to validate mathematical results through visual confirmation, such that its role is to improve understanding but also provide a reliable means of verification. GeoGebra's illustrations and mathematical analysis consistently provide results through practical examples, demonstrating the software's effectiveness in fostering understanding of exponential growth. In addition, this research was conducted by directly observing how students interact with the material and identifying common mistakes made during problem solving. The research results informed the development and refinement of this approach, ensuring a comprehensive understanding of the benefits and challenges associated with learning exponential functions via GeoGebra.

Keywords: *exponential function, geogebra, analysis, visualization*

PENDAHULUAN

Fungsi eksponensial, dilambangkan dengan ekspresi matematika $f(x) = a^x$, mewakili konsep fundamental dan serbaguna dalam bidang matematika dengan penerapan luas di berbagai bidang (Lumen Learning, 2008; Marecek & Anthony-Smith, 2023). Fungsi-fungsi ini, yang ditandai dengan pertumbuhan atau penurunan yang cepat, memainkan peran penting dalam memodelkan proses dinamis. Dalam penelitian ini, akan dimulai dari melakukan eksplorasi fungsi eksponensial, menjelaskan sifat-sifat penting fungsi eksponensial, dan memperkenalkan GeoGebra sebagai alat integral untuk meningkatkan pemahaman dan visualisasi interaktif. Teknologi dan zaman yang kita jalani membuat hal ini menjadi lebih mudah karena kita juga dapat memanfaatkan sumber daya dari internet untuk pelajaran tambahan dan melihat berbagai ilustrasi dan video yang menjelaskan pengertian pecahan dan operasinya dengan lebih mudah dipahami dan menarik bagi siswa dan banyak membantu mereka untuk menaati aturan dan menghindari kesalahan (Kamberi et al., 2022). Visualisasi dan ilustrasi memiliki dampak yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan program GeoGebra dan Mathematica untuk menyelesaikan latihan kemudian menyelesaikan latihan di papan tulis, karena siswa di kelas bawah sulit bekerja dengan GeoGebra, dibandingkan dengan kelas yang lebih tinggi (Mollakuqe et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman komprehensif tentang fungsi eksponensial sambil menunjukkan peran penting GeoGebra, software matematika yang dinamis dan mudah diakses, dalam memfasilitasi eksplorasi fungsi-fungsi ini. Kita akan mempelajari sifat-sifat fungsi eksponensial, memeriksa representasi grafisnya, dan mempelajari penerapannya di dunia nyata.

Melalui integrasi GeoGebra, kami akan menunjukkan bagaimana perangkat lunak yang mudah digunakan ini memberdayakan pelajar, pendidik, dan

peneliti untuk terlibat secara interaktif dengan fungsi eksponensial. Interface dinamis GeoGebra memungkinkan pembuatan grafik khusus, manipulasi parameter, dan pembuatan konstruksi interaktif yang meningkatkan pemahaman fenomena eksponensial (Hohenwarter & Preiner, 2017).

Baik sebagai seorang siswa yang ingin memahami pentingnya pertumbuhan eksponensial, seorang pendidik yang ingin menyempurnakan perangkat pengajaran, atau seorang peneliti yang membutuhkan pendamping matematika serbaguna, GeoGebra menawarkan platform intuitif untuk mengeksplorasi dan memvisualisasikan fungsi eksponensial.

METODE PENELITIAN

Tinjauan literatur ini menggunakan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi dan menganalisis karya ilmiah relevan terkait fungsi eksponensial. Langkah-langkah berikut menguraikan metode penelitian yang digunakan untuk eksplorasi komprehensif ini: (1) Pencarian literatur, (2) Kriteria inklusi dan eksklusi, (3) Ekstraksi dan sintesis data, (4) Penilaian kualitas, dan (5) Integrasi eksplorasi GeoGebra.

Langkah pertama adalah pencarian literatur. Pencarian menyeluruh dilakukan di seluruh database akademik, termasuk PubMed, IEEE Xplore, JSTOR, dan Google Scholar. Kata kunci seperti "fungsi eksponensial", "penerapan fungsi eksponensial", dan "GeoGebra dalam pendidikan matematika" digunakan untuk memastikan cakupan yang luas dari literatur yang relevan.

Langkah kedua adalah kriteria inklusi dan eksklusi. Hasil pencarian awal disaring berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditentukan. Artikel, buku, dan prosiding konferensi yang ditinjau sejawat yang memberikan wawasan mendalam tentang landasan teoretis, representasi grafis, aplikasi praktis, dan alat komputasi yang terkait dengan fungsi eksponensial juga disertakan.

Langkah ketiga adalah ekstraksi dan sintesis data. Informasi yang relevan dari sumber terpilih diekstraksi, termasuk

konsep teoritis utama, metodologi yang digunakan oleh peneliti sebelumnya, dan aplikasi praktis yang dibahas. Data disintesis untuk menciptakan landasan bagi tinjauan literatur ini.

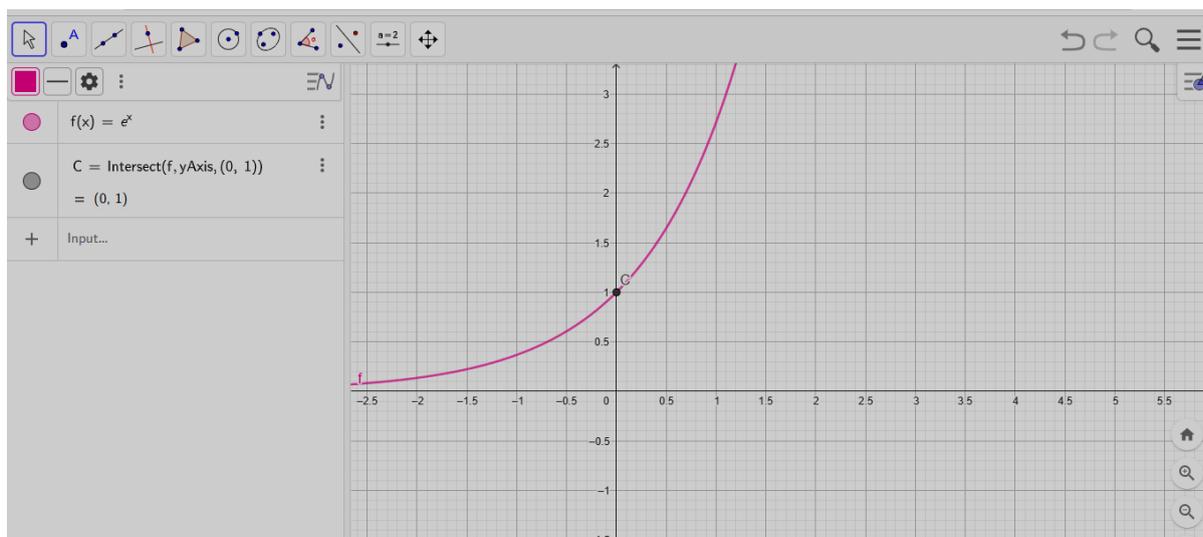
Langkah keempat adalah penilaian kualitas. Kualitas dan keandalan literatur yang dipilih dinilai, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti reputasi penulis, tempat publikasi, dan ketelitian metodologi yang digunakan dalam studi asli.

Langkah kelima adalah integrasi eksplorasi GeoGebra. Perhatian khusus diberikan pada literatur yang membahas penggunaan GeoGebra dalam konteks fungsi eksponensial. Artikel dan penelitian yang menyoroti manfaat dan keterbatasan GeoGebra dalam meningkatkan pemahaman dan visualisasi fenomena eksponensial diprioritaskan.

Dengan menggunakan metode penelitian ini dalam tinjauan literatur, penelitian ini bertujuan untuk memberikan eksplorasi yang komprehensif dan mendalam mengenai landasan teoritis, representasi grafis, aplikasi praktis, dan alat komputasi yang terkait dengan fungsi eksponensial.

FUNGSI EKSPONENSIAL

Fungsi eksponensial merupakan fungsi matematika yang dilambangkan dengan $f(x)=\exp(x)$ atau e^x , (di mana argumen x dituliskan sebagai eksponen). Istilah ini mengacu pada fungsi bernilai positif dari variabel nyata, meskipun dapat diperluas ke bilangan kompleks atau digeneralisasikan ke objek matematika lain seperti matriks atau aljabar Lie. Fungsi eksponensial natural disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Fungsi Eksponensial Natural

Fungsi eksponensial berasal dari gagasan eksponensial (perkalian berulang), namun definisi modern (ada beberapa karakterisasi yang setara) memungkinkannya diperluas secara ketat ke semua argumen nyata, termasuk bilangan irasional. Kemunculannya di mana-mana dalam matematika murni dan terapan dipimpin oleh ahli matematika Walter (1987) yang berpendapat bahwa fungsi eksponensial merupakan fungsi terpenting dalam matematika.

Fungsi eksponensial dinyatakan dalam bentuk $f(x)=a \cdot b^x$. Dalam ungkapan ini: (1) $f(x)$ menyatakan nilai fungsi pada

suatu titik x pada garis bilangan real; (2) a adalah konstanta yang disebut “nilai awal” atau “perpotongan y” (nilai fungsi ketika $x=0$) (MATHguide, 2021); (3) b adalah konstanta yang disebut “basis” dari fungsi eksponensial, yaitu bilangan real positif yang lebih besar dari 0 dan tidak sama dengan 1; (4) x adalah variabel bebas, dan dapat berupa bilangan real apa pun.

Ada beberapa jenis fungsi eksponensial berdasarkan nilai basisnya (MATHguide, 2017; BYJU'S, 2015; Marecek & Anthony-Smith, 2023). Yaitu: (1) Fungsi eksponensial pertumbuhan ($b>1$), bila basis b lebih besar dari 1, fungsi

eksponensial menunjukkan pertumbuhan eksponensial, seiring bertambahnya x maka $f(x)$ bertambah dengan cepat dan tanpa batas, contoh: 2^x , e^x , dan 10^x , dimana e adalah bilangan Euler yang kira-kira sama dengan 2,71828; (2) Fungsi eksponensial peluruhan ($0 < b < 1$), ketika b berada di antara 0 dan 1, fungsi eksponensial menunjukkan peluruhan eksponensial, seiring bertambahnya x sehingga $f(x)$ mendekati nol tetapi tidak pernah mencapainya, contoh: $\left(\frac{1}{2}\right)^x$, 0.1^x , dan $\left(\frac{1}{e}\right)^x$; (3) Fungsi identitas ($b=1$), jika b sama dengan 1 maka fungsi eksponensial disederhanakan menjadi fungsi konstan, dalam hal ini $f(x)=1$ untuk semua nilai x ; (4) Basis negatif ($b < 0$), fungsi eksponensial dengan basis negatif jarang ditemui dalam aplikasi dunia nyata karena dapat menghasilkan nilai kompleks atau imajiner untuk eksponen tertentu, contoh: $(-2)^x$ dapat menghasilkan nilai kompleks untuk nilai x yang bukan bilangan bulat; (5) Eksponen pecahan $b > 0$ dan $b \neq 1$), fungsi eksponensial juga dapat memiliki eksponen pecahan, seperti $b^{(1/2)}$ atau $b^{(3/4)}$, fungsi ini mewakili akar kuadrat, akar pangkat tiga, dan sebagainya, tergantung pada nilai eksponen pecahan; (6) Basis nol ($b=0$), jika basis b sama dengan 0, fungsi eksponensial tidak terdefinisi untuk nilai positif x , namun 0^0 biasanya didefinisikan sebagai 1 dalam banyak konteks matematika; (7) Fungsi eksponensial dengan eksponen negatif, fungsi eksponensial dapat memiliki eksponen negatif, seperti b^{-x} , fungsi ini mewakili nilai kebalikannya, di mana $f(x)$ semakin kecil seiring bertambahnya x .

Ini adalah jenis utama fungsi eksponensial berdasarkan nilai basis b . Perilaku suatu fungsi, apakah ia bertambah, berkurang, tetap konstan, atau berperilaku berbeda, ditentukan oleh nilai khusus b dalam fungsi tersebut.

Program Rencana Sekolah Menengah Tahun Pertama untuk Mempelajari Fungsi Eksponensial

Pada bagian ini, kita akan mempelajari program rencana madrasah Aliyah Al Hidayah yang dirancang untuk mengajarkan siswa tentang fungsi

eksponensial, representasi grafisnya, dan menyelesaikan persamaan eksponensial. Program ini dimaksudkan untuk membantu guru dan siswa menavigasi dunia fungsi eksponensial secara efektif.

Isi program: (1) Mendefinisikan fungsi eksponensial, siswa akan memulai dengan memahami konsep dasar fungsi eksponensial dan struktur dasarnya; (2) Menentukan domain, penekanan akan ditempatkan pada penentuan domain valid dari fungsi eksponensial untuk memastikan pemahaman yang jelas tentang penerapannya; (3) Menguji monotonisitas, siswa akan mengeksplorasi monotonisitas fungsi eksponensial untuk nilai dasar yang berbeda, sehingga memungkinkan mereka memahami perilaku fungsi tersebut; (4) Menyusun tabel nilai fungsi, kepraktisan sangat penting, siswa akan aktif menyusun tabel nilai fungsi, mendapatkan pengalaman langsung; (5) Membuat grafik fungsi eksponensial, Dengan menggunakan data dari tabel nilai fungsi, siswa akan belajar bagaimana membuat grafik fungsi eksponensial, memberikan mereka gambaran visual tentang perilaku fungsi tersebut; (6) Menganalisis graf, siswa akan mendalami analisis graf fungsi eksponensial dengan menggunakan notasi analitik untuk memperkirakan posisi dan sifat graf; (7) Mendefinisikan persamaan eksponensial, mengenalkan persamaan eksponensial, siswa memahami cara mengerjakan persamaan yang melibatkan fungsi eksponensial; (8) Menyelesaikan persamaan eksponensial, bagian ini mencakup penyelesaian persamaan eksponensial, meliputi persamaan linier, persamaan fungsi, dan persamaan eksponensial kuadrat; (9) Pembahasan penyelesaian persamaan eksponensial, pada akhirnya siswa akan berdiskusi mengenai penyelesaian persamaan eksponensial sehingga memperkuat pemahamannya.

Aktivitas: Membuat grafik fungsi eksponensial dari bentuk fungsinya

Sebagai bagian dari program ini, siswa akan terlibat dalam aktivitas langsung yang melibatkan pembuatan grafik fungsi eksponensial dengan basis 2, seperti:

$y = 2^x$, $y = \left(\frac{1}{2}\right)^x$, $y = -2^x$, dan $y = -\left(\frac{1}{2}\right)^x$. Latihan ini memungkinkan mereka mengeksplorasi bagaimana perubahan argumen x , serta tanda dan nilai basis, mempengaruhi bentuk fungsi eksponensial.

Latihan menyelesaikan persamaan eksponensial

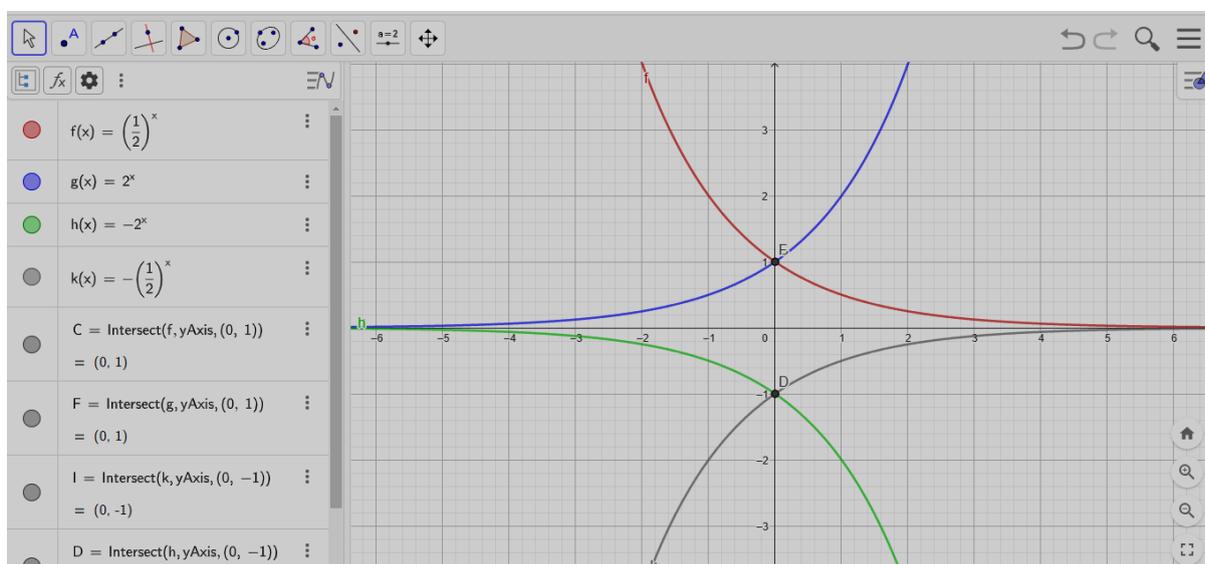
Untuk memperkuat pembelajaran, siswa berpartisipasi dalam latihan yang bertujuan untuk memecahkan persamaan eksponensial sederhana. Latihan ini menunjukkan operasi kebalikan dari eksponensial dan perlunya

memperkenalkan operasi logaritma.

Representasi Grafis dari Fungsi Eksponensial

Fungsi eksponensial melibatkan basis yang dipangkatkan ke eksponen variabel. Mereka menunjukkan perilaku unik ketika digambarkan.

Pada Gambar 2, terdapat representasi gabungan dari empat fungsi eksponensial berbeda menggunakan GeoGebra, masing-masing diberi kode warna untuk kejelasan. Grafik komposit ini memungkinkan kita membandingkan dan membedakan berbagai jenis perilaku eksponensial secara visual dalam satu tampilan.



Gambar 2. Representasi Gabungan Empat Fungsi Yang Berbeda dengan Basis 2

Grafik berkode warna biru, $h(x) = 2^x$, menunjukkan pertumbuhan eksponensial. Ketika x bertambah, nilai $h(x)$ bertambah dengan cepat. Grafik ditampilkan dalam warna biru, menggambarkan tren eksponensial positif. Grafik berkode warna merah, $f(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x$, mewakili peluruhan eksponensial. Ketika x bertambah, nilai y menurun secara signifikan. Fungsi ini memodelkan proses yang nilainya berkurang seiring waktu. Grafik berkode warna hijau, $g(x) = -2^x$, menunjukkan pertumbuhan eksponensial dengan basis negatif. Ketika x bertambah, y menjadi semakin besar negatif. Fungsi ini mencerminkan skenario yang melibatkan pertumbuhan negatif atau depresiasi. Grafik berkode warna abu-abu, $f(x) = -\left(\frac{1}{2}\right)^x$, mewakili peluruhan

eksponensial dengan tanda negatif. Ketika x meningkat, y menjadi lebih negatif, menunjukkan nilai yang semakin berkurang seiring berjalannya waktu. Fungsi ini mencerminkan proses peluruhan eksponensial negatif.

Dengan memeriksa fungsi-fungsi ini secara berdampingan, kita memperoleh wawasan berharga tentang bagaimana perubahan nilai dasar dan tanda mempengaruhi bentuk dan tren grafik eksponensial. Perbandingan visual ini meningkatkan pemahaman kita tentang fungsi eksponensial dan penerapannya di dunia nyata.

Contoh Nyata Pertumbuhan dan Peluruhan Eksponensial

Fungsi eksponensial biasanya digunakan untuk memodelkan pertumbuhan penduduk. Ketika suatu populasi

berkembang biak, jumlah individu meningkat secara eksponensial hingga faktor-faktor seperti sumber daya yang terbatas atau pemangsaan menjadi kendala. Selain itu, dalam fisika nuklir dan radiologi, fungsi eksponensial memodelkan peluruhan zat radioaktif dari waktu ke waktu (Nanda, 2023). Hal ini penting untuk menentukan keamanan bahan nuklir dan memahami tingkat peuruhan.

Aplikasi keuangan: Bunga majemuk dan investasi

Fungsi eksponensial memainkan peran penting dalam dunia keuangan (Keown, 2020). Rumus bunga majemuk, yang sering kali didasarkan pada pertumbuhan eksponensial, menentukan bagaimana investasi tumbuh seiring waktu (Turito, 2022; Nagwa, 2023). Rumus ini membantu individu dan lembaga keuangan menghitung nilai investasi, pinjaman, atau rekening tabungan di masa depan. Selain itu, dalam investasi, investor menggunakan model pertumbuhan eksponensial untuk menilai potensi pengembalian investasi (Chen, 2021; FlexBooks, 2022). Baik itu saham, obligasi, atau instrumen keuangan lainnya, memahami pertumbuhan eksponensial sangat penting untuk membuat keputusan investasi yang tepat.

Model biologis: pertumbuhan populasi dan peluruhan radioaktif

Dalam biologi, fungsi eksponensial menggambarkan pertumbuhan mikroorganisme, populasi spesies, atau bahkan penyebaran penyakit. Memahami tingkat pertumbuhan sangat penting untuk pengendalian penyakit, upaya konservasi, dan studi ekologi. Di sisi lain, model peluruhan eksponensial membantu ahli biologi dan peneliti medis dalam aplikasi seperti penanggalan radiometrik dan pemahaman waktu paruh obat dalam tubuh manusia (Nagwa, 2023).

Aplikasi teknik dan fisika: analisis rangkaian dan waktu paruh

Fungsi eksponensial dapat diterapkan dalam teknik elektro, khususnya dalam analisis rangkaian. Mereka menjelaskan pengisian dan pengosongan kapasitor dan induktor serta membantu para insinyur merancang dan

memecahkan masalah sirkuit elektronik. Selain itu, dalam fisika dan kimia nuklir, konsep waktu paruh merupakan hal yang sentral (Nagwa, 2023). Model peluruhan eksponensial membantu para ilmuwan memprediksi waktu yang dibutuhkan suatu zat untuk berkurang hingga setengah dari kuantitas awalnya, yang dapat diterapkan di bidang-bidang seperti radioterapi dan penanggalan karbon.

Dalam skenario dunia nyata ini, fungsi eksponensial berperan penting dalam memahami dan memprediksi berbagai fenomena, menjadikannya alat yang sangat diperlukan dalam berbagai bidang mulai dari biologi dan keuangan hingga fisika dan teknik.

Menggunakan GeoGebra untuk Merencanakan Fungsi Eksponensial

Fungsi ini, $f(t) = a \cdot e^{kt}$, mewakili model pertumbuhan atau peluruhan eksponensial, ini adalah model matematika yang digunakan untuk menggambarkan proses yang menunjukkan perilaku eksponensial, seperti pertumbuhan populasi, peluruhan radioaktif, atau pengisian atau pengosongan kapasitor dalam elektronik. Dalam menyelesaikan persamaan eksponensial, ada dua pendekatan utama yang muncul yaitu metode klasik dan metode berbasis perangkat lunak. Metode klasik melibatkan pendekatan aljabar dan teknik logaritma. Metode-metode ini telah menjadi dasar matematika selama berabad-abad. Mereka mengandalkan manipulasi persamaan secara simbolis untuk mengisolasi variabel yang diminati. Metode klasik utama mencakup pendekatan aljabar. Teknik aljabar tradisional seperti pemfaktoran, aturan eksponen, dan penyederhanaan digunakan untuk menyelesaikan persamaan eksponensial.

Perangkat lunak dan teknologi modern telah merevolusi cara kita mendekati pemecahan masalah. Metode berbasis perangkat lunak memanfaatkan alat komputasi untuk menyelesaikan persamaan secara numerik dan grafis. Metode ini menawarkan keuntungan seperti kecepatan, akurasi, dan visualisasi. Pilihan perangkat lunak penting meliputi: (1) Perangkat lunak matematika (seperti

GeoGebra, Desmos, Mathematica, MATLAB, Maple, dll., memberikan kemampuan yang kuat untuk menyelesaikan persamaan matematika yang kompleks, termasuk fungsi eksponensial) dan (2) Kalkulator grafik (kalkulator grafik tingkat lanjut menawarkan fitur bawaan) dalam fungsi untuk menyelesaikan persamaan eksponensial, sehingga dapat diakses oleh pelajar dan profesional).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bersama dengan siswa sekolah menengah tahun pertama, kami mempelajari dunia fungsi eksponensial yang menakjubkan, memanfaatkan berbagai metode pengajaran untuk meningkatkan pemahaman dan keterlibatan mereka. Fokus utama sesi kami adalah membandingkan efektivitas metode pengajaran klasik tradisional dan penggunaan perangkat lunak GeoGebra. Kami menyajikan masalah matematika yang berkaitan dengan fungsi eksponensial menggunakan kedua pendekatan, yang memungkinkan siswa sekolah menengah tahun pertama ini merasakan cara belajar konvensional dan teknologi. Upaya kolaboratif ini tidak hanya memperkaya pemahaman siswa tentang fungsi eksponensial tetapi juga menyoroti implikasi praktis dari penggabungan teknologi ke dalam eksplorasi matematika.

Visualisasi GeoGebra

Dalam proyek GeoGebra ini, model dinamis telah dibuat untuk mensimulasikan pertumbuhan koloni semut dari waktu ke waktu. Variabel kunci dalam model ini adalah koloni semut (P), laju pertumbuhan (k), dan waktu dalam tahun (t). Dengan menyesuaikan variabel ini, ia dapat mengamati bagaimana populasi koloni semut berubah seiring waktu.

Tiga variabel telah ditentukan: (1) P (koloni semut), variabel ini memungkinkan Anda mengatur populasi awal koloni semut, dan melakukan penyesuaian memungkinkan kita mengamati bagaimana pertumbuhan koloni dipengaruhi oleh parameter ini; (2)

k (laju pertumbuhan), variabel k mengontrol laju pertumbuhan koloni semut, dapat membuat koloni tumbuh lebih cepat atau lebih lambat dengan mengubah parameter ini; (3) t (waktu dalam tahun), variabel waktu mewakili jumlah tahun yang kita inginkan untuk mengamati pertumbuhan koloni semut, dan dengan menyesuaikan variabel ini memungkinkan kita melihat bagaimana populasi berubah seiring waktu.

Untuk merepresentasikan pertumbuhan koloni semut digunakan fungsi matematika: (1) $f1(x) = P \cdot e^{(kx)}$, fungsi ini menghitung populasi koloni semut saat ini pada waktu tertentu (x tahun), berdasarkan populasi awal (P), laju pertumbuhan (k), dan waktu (x); (2) $f2(x) = P \cdot e^{(k(x-1))}$, fungsi ini menghitung populasi koloni semut sebelumnya pada ($x-1$) tahun, hal ini membantu membandingkan pertumbuhan dari waktu ke waktu; (3) $R(x) = f1(x) - f2(x)$, laju pertumbuhan populasi semut per tahun ($R(x)$) ditentukan oleh selisih antara populasi saat ini ($f1(x)$) dan populasi sebelumnya ($f2(x)$). Saat mengatur variabel P , k , dan t , dapat diamati bagaimana perubahan tersebut mempengaruhi pertumbuhan koloni semut.

HASIL YANG KITA PELAJARI DARI MODEL

Peningkatan populasi awal (P) menghasilkan ukuran koloni yang lebih tinggi pada awalnya, yang mempengaruhi laju pertumbuhan dari waktu ke waktu. Menyesuaikan laju pertumbuhan (k) akan mengubah laju pertumbuhan koloni. Nilai k yang lebih tinggi menghasilkan pertumbuhan penduduk yang lebih cepat. Dengan mengubah penggeser waktu (t), Anda dapat melihat perkembangan populasi selama periode tertentu. Hal ini sangat berguna untuk memprediksi ukuran koloni di masa depan.

Proyek GeoGebra ini menyediakan cara yang dinamis dan interaktif untuk mengeksplorasi pertumbuhan koloni semut berdasarkan populasi awal, laju pertumbuhan, dan waktu. Dengan menyesuaikan bilah geser ini, Anda dapat memperoleh wawasan tentang bagaimana

parameter ini memengaruhi pertumbuhan koloni dan mengamati laju peningkatan populasi per tahun. Model ini dapat menjadi alat yang berguna untuk memahami dan memprediksi pertumbuhan koloni semut sebenarnya atau populasi lain yang menunjukkan pola pertumbuhan eksponensial. Klik tautannya (<https://www.geogebra.org/m/djxf7nuu>) untuk mulai bereksperimen dengan variabel-variabel dan melihat bagaimana populasi koloni berubah seiring waktu.

Dengan menggunakan rumus yang sama, dilakukan perhitungan klasik di buku catatan, kami juga menggunakan kalkulator untuk mendapatkan hasilnya. Dalam studi pertumbuhan koloni semut, dilakukan eksplorasi dinamika perubahan populasi menggunakan metode analisis dan simulasi GeoGebra interaktif. Perbandingan ini digunakan untuk memverifikasi keakuratan model matematika dan memvisualisasikan hasilnya.

Dengan membandingkan solusi analitik dan nilai yang diperoleh dari simulasi GeoGebra untuk parameter tertentu, P , k , dan t , ditemukan bahwa hasilnya sangat selaras. Hal ini tidak hanya memvalidasi keakuratan model matematika tetapi juga menunjukkan kekuatan memvisualisasikan dinamika kompleks menggunakan alat interaktif seperti GeoGebra (Zulnaidi et al., 2020). Pendekatan ini menawarkan cara yang jelas dan intuitif untuk memahami pola pertumbuhan koloni semut dan sistem serupa.

Temuan kesalahan umum yang dilakukan siswa berdasarkan studi perbandingan solusi klasik dan GeoGebra: (1) Pengenalan nilai y yang tidak akurat (kurangnya pemahaman tentang operasi dasar, urutan operasi), (2) Representasi suatu titik pada titik yang tidak memadai sistem koordinat, (3) Representasi sumbu intersep pada sumbu numerik salah, (4) Kesalahan dalam mengidentifikasi asimtot, (5) Gambar sistem koordinat salah (pembagian segmen salah). Setelah menunjukkan dengan tepat kesalahan umum yang dilakukan siswa dalam menangani fungsi eksponensial, langkah penting berikutnya adalah terlibat

dalam diskusi konstruktif tentang cara menghindari kesalahan tersebut. Untuk meningkatkan pengenalan nilai y , (1) Menekankan pentingnya menguasai operasi dasar dan urutan operasi yang benar, dan (2) Memberikan latihan latihan yang ditargetkan untuk memperkuat konsep dasar matematika tersebut. Untuk meningkatkan representasi titik, perkenalkan teknik visualisasi dan latihan latihan untuk menyempurnakan keterampilan dalam menyajikan poin secara grafis. Untuk mengoreksi representasi intersep sumbu, (1) Memperjelas metode yang tepat untuk merepresentasikan intersep pada sumbu numerik, dan (2) Memberikan contoh dan panduan untuk memastikan siswa memahami prosedur yang benar. Untuk menyempurnakan identifikasi asimtot, (1) Tawarkan latihan tambahan yang secara khusus berfokus pada identifikasi asimtot, dan (2) Mendorong penggunaan berbagai pendekatan untuk memastikan keakuratan penentuan asimtot. Untuk memastikan keakuratan gambar sistem koordinat, hal yang perlu dilakukan adalah (1) Membimbing siswa dalam membagi segmen dengan benar saat menggambar sistem koordinat, dan (2) Memfasilitasi sesi interaktif di mana siswa dapat menerapkan prinsip-prinsip ini secara real-time.

Hasil Analisis Berbasis Survei

Bagian berikut ini memberikan ringkasan hasil survei, memberikan kita gambaran sekilas tentang preferensi dan pengalaman belajar siswa sekolah menengah tahun pertama ini. Hasil survei menunjukkan bahwa: (a) Siswa lebih memahami pelajaran dengan metode klasikal (8 dari 25 siswa, 32%) dan GeoGebra (15 dari 23 siswa, 60%); dan (b) Siswa paling mudah menyelesaikan permasalahan matematika fungsi eksponensial dengan menggunakan metode klasikal (6 dari 25 siswa, 24%) dan GeoGebra (19 dari 25 siswa, 76%).

Melalui survei dan diskusi interaktif dengan siswa, muncul konsensus mengenai manfaat besar penggunaan GeoGebra, khususnya dalam bidang fungsi eksponensial. Mayoritas siswa menyatakan sikap positif dan mendukung,

menegaskan bahwa GeoGebra memainkan peran penting dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan pemecahan masalah terkait fungsi eksponensial.

Siswa menyoroti interface dinamis GeoGebra sebagai faktor penting, yang memungkinkan mereka memvisualisasikan dan berinteraksi dengan konsep eksponensial dengan cara yang melampaui metode pembelajaran tradisional. Kemampuan software secara dinamis mengilustrasikan dampak berbagai parameter, membuat grafik khusus, dan memberikan umpan balik waktu nyata yang mendapat pujian tinggi dari siswa.

Lebih jauh lagi, respon survei menggarisbawahi bahwa GeoGebra tidak hanya membuat konsep matematika yang kompleks menjadi lebih mudah diakses namun juga menumbuhkan rasa keterlibatan dan keingintahuan di kalangan siswa. Banyak yang mengakui bahwa pengalaman langsung dengan GeoGebra berkontribusi signifikan terhadap pemahaman yang lebih dalam dan intuitif mengenai pertumbuhan eksponensial, dibandingkan dengan pendekatan kelas konvensional.

Secara keseluruhan, kesepakatan bulat di antara para siswa mengenai kelebihan GeoGebra untuk memahami fungsi eksponensial merupakan bukti kontribusi berharga software ini terhadap pengalaman belajar, menyediakan alat yang memperkaya dan memberdayakan untuk eksplorasi matematika.

KESIMPULAN

Fungsi eksponensial, yang ditandai dengan pertumbuhan atau penurunan yang cepat, memainkan peran penting dalam memodelkan berbagai fenomena alam, tren keuangan, dan proses ilmiah.

Melalui GeoGebra, kita dapat memvisualisasikan, menganalisis, dan memahami pertumbuhan dan peluruhan eksponensial dengan cara yang belum pernah ada sebelumnya. Perangkat lunak ini tidak hanya memungkinkan kita mengamati perilaku fungsi eksponensial tetapi juga bereksperimen dengan berbagai parameter, mentransformasikan, dan menerjemahkan fungsi-fungsi tersebut

untuk mendapatkan wawasan yang lebih mendalam tentang sifat-sifatnya.

Dengan memanfaatkan GeoGebra untuk memodelkan, membuat grafik, dan memanipulasi fungsi eksponensial tidak hanya dapat meningkatkan keterampilan matematika tetapi juga menumbuhkan pemahaman yang lebih dalam tentang prinsip-prinsip dasar yang mengatur dinamika dunia nyata. GeoGebra adalah alat berharga yang membuka pintu ke penerapan eksponensial dalam kehidupan nyata.

REFERENSI

- Aliu, A., Rexhepi, S., & Iseni, E. (2021). Analysis and comparison of commitment, homework, extra hours, preliminary grades and testing of students in Mathematics using linear regression model. *Mathematics Teaching Research Journal*, 13(3), 21-52.
- Boyce, W. E., & DiPrima, R. C. (2016). *Elementary differential equations and boundary value problems*. Wiley.
- Chen, J. (2021, October 18). Exponential Growth: Definition, Examples, Formula to Calculate. *Investopedia*. <https://www.investopedia.com/terms/e/exponential-growth.asp>
- FlexBooks. (2022, November 17). Exponential Growth & Decay Functions. *CK-12 Interactive Algebra 2*. <https://flexbooks.ck12.org/cbook/ck-12-interactive-algebra-2/section/5.3/primary/lesson/exponential-growth-decay-functions-17947037/>
- Hohenwarter, M., & Preiner, J. (2017). *Dynamic Mathematics Software in Teaching and Learning: GeoGebra*. In *Handbook of Research on Cross-Cultural Business Education* (pp. 303-329). IGI Global.
- Kamberi, S., Latifi, I., Rexhepi, S., & Iseni, E. (2022). The influence of practical illustrations on the meaning and operation of

- fractions in sixth grade students, Kosovo-curricula. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 17(4), em0717.
<https://doi.org/10.29333/iejme/12517>
- Keown, A. J. (2020). *Personal Finance: Turning Money into Wealth*. Pearson
- Larson, R., & Edwards, B. (2018). *Calculus*. Cengage Learning.
- Lumen Learning. (2008). *Horizontal and Vertical Translations of Exponential Functions*.
<https://courses.lumenlearning.com/waymakercollegealgebra/chapter/horizontal-and-vertical-translations-of-exponential-functions/>
- Marecek, L., & Anthony-Smith, M. (2023, March 9). Graphs of Exponential Functions. *LibreTexts*.
https://math.libretexts.org/Courses/Borough_of_Manhattan_Community_College/MAT_206.5/05%3A_Exponential_and_Logarithmic_Functions/5.03%3A_A_Graphs_of_Exponential_Functions#:~:text=is%20y%3D0.-,Graphing%20Transformations%20of%20Exponential%20Functions,x%20without%20loss%20of%20shape
- MATHguide. (2017, December 18). *Exponential Functions*.
<https://www.mathguide.com/lessons3/ExpFunctions.html>
- MATHguide. (2021, April 15). *Transforming Exponential Functions*.
<https://www.mathguide.com/lessons3/ExpFunctionsTrans.html>
- Ministerstvo za Obrazovanje i Nauka. (2002). *Nastavna Programa Po Matematika III godina*.
https://www.bro.gov.mk/wp-content/uploads/2018/02/Nastavna_programa-Matematika-III_GO-mkd.pdf
- Mollakuqe, V., Rexhepi, S., & Iseni, E. (2020). Incorporating GeoGebra into teaching circle properties at high school level and it's comparison with the classical methode of teaching. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(1), em0616.
<https://doi.org/10.29333/iejme/9283>
- Nagwa. (2023). *Lesson Explainer: Exponential Growth and Decay*.
<https://www.nagwa.com/en/explainers/320150304701/>
- Nanda, V. (2023, April 18). *Difference Between Exponential Growth and Exponential Decay*. Tutorialspoint.
<https://www.tutorialspoint.com/difference-between-exponential-growth-and-exponential-decay>
- Nykamp, D. Q. (2020). The exponential function. *Math Insight*.
<https://mathinsight.org/exponential-function>
- Rudin, W. (1987). *Real and Complex Analysis*. McGraw-Hill Education
- Stewart, J. (2015). *Calculus: Early Transcendentals*. Cengage Learning.
- Turito. (2022, March 24). *Exponential Growth and Decay: Definition, Graph, Formula, Examples*.
<https://www.turito.com/learn/math/exponential-growth-and-decay>
- Zulnaidi, H., Oktavika, E., & Hidayat, R. (2020). Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. *Education and Information Technologies*, 25, 51-72.
<https://doi.org/10.1007/s10639-019-09899-y>