

Pengaruh Pendekatan Pembelajaran Mendalam Berbantuan E-Modul Interaktif Berbasis Desmos terhadap Pemahaman Konsep Turunan

Agnes Katrina^{1)*}, Rizka Fitria Syabila¹⁾, Iwan Martua Simbolon¹⁾, Rafael Tampubolon¹⁾, Budi Halomoan Siregar¹⁾

¹⁾Universitas Negeri Medan

*Corresponding Author : agneskatrina.4223111094@mhs.unimed.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh pendekatan pembelajaran mendalam yang didukung oleh e-modul interaktif berbasis Desmos terhadap pemahaman konsep turunan pada siswa kelas XI SMA Negeri 1 Deli Tua. Metode yang digunakan adalah kuasi eksperimen dengan melibatkan dua kelompok, yaitu kontrol dan eksperimen, masing-masing terdiri dari 32 siswa. Pengumpulan data dilakukan melalui tes pilihan ganda yang diberikan sebelum dan sesudah pembelajaran. Analisis data dilakukan menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank dan Mann-Whitney U karena sebagian besar data tidak memenuhi asumsi normalitas. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara *pretest* dan *posttest* pada kedua kelompok, dengan nilai $p < 0,01$ untuk kelas kontrol dan $p < 0,001$ untuk kelas eksperimen. Selain itu, uji Mann-Whitney U menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antara hasil *posttest* kedua kelompok ($p = 2,65 \times 10^{-6}$), mengindikasikan bahwa pendekatan pembelajaran mendalam yang didukung oleh e-modul interaktif berbasis Desmos lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep turunan. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi media interaktif dalam strategi pembelajaran bermakna dapat menjadi solusi pedagogis dalam mengatasi tantangan pembelajaran matematika yang bersifat abstrak di tingkat SMA.

Kata Kunci: Desmos, e-Modul Interaktif, Konsep Turunan, Pembelajaran Mendalam, Pemahaman Konseptual.

Received: 16 Jun 2025; Revised: 30 Jun 2025; Accepted: 30 Jun 2025; Available Online: 30 Jun 2025

This is an open access article under the CC - BY license.



PENDAHULUAN

Konsep turunan merupakan salah satu pilar utama dalam kalkulus yang memiliki peran penting dalam memahami perubahan dan dinamika dalam berbagai fenomena, baik di bidang fisika, ekonomi, maupun ilmu teknik. Sejak pertama kali diperkenalkan oleh Newton dan Leibniz pada abad ke-17, gagasan tentang turunan sebagai laju perubahan telah merevolusi cara manusia memodelkan dan menganalisis masalah dunia nyata. Bressoud (2019) menyatakan bahwa turunan adalah salah satu kontribusi paling berpengaruh dalam sejarah matematika terapan. Namun demikian, kompleksitas abstraksi dalam konsep turunan sering kali menjadi hambatan bagi siswa dalam memahami esensi dan aplikasinya secara menyeluruh.

Kesulitan siswa dalam memahami konsep turunan tidak hanya disebabkan oleh sifat abstrak materi, tetapi juga pendekatan pembelajaran yang kurang mendalam. Studi terbaru dari Jameson et al. (2024) menunjukkan adanya kesalahpahaman umum dalam penerapan aturan turunan, terutama pada paradigma simbolik tanpa pemahaman konseptual. Dalam menjawab tantangan ini, Chen dan Singh (2023) mengemukakan bahwa pembelajaran mendalam (*deep learning*) menuntut keterlibatan aktif siswa dalam mengorganisasi pengetahuan dan menerapkannya dalam berbagai konteks. Rohmaini et al., (2020) menegaskan bahwa pemilihan media pembelajaran yang tepat memiliki peran krusial dalam mendukung efektivitas proses pembelajaran. Oleh karena itu, optimalisasi pemanfaatan media berbasis daring seperti e-modul menjadi sangat penting, khususnya dalam konteks pembelajaran jarak jauh. Siswa sangat memerlukan bahan ajar yang menarik dan mudah dipahami untuk membantu mereka mengingat materi, serta membangun pemahaman konseptual yang kuat dalam pembelajaran matematika.

Salah satu solusi inovatif yang dapat menjawab tantangan tersebut adalah penggunaan *e-modul interaktif* berbasis Desmos. *E-modul* ini dirancang tidak hanya menyajikan materi dalam format teks dan gambar statis, tetapi juga terintegrasi dengan fitur interaktif seperti simulasi grafik, animasi konsep, dan tautan langsung ke *graphing calculator* Desmos. Melalui platform Desmos, siswa dapat secara langsung memanipulasi parameter fungsi dan mengamati perubahan grafik secara *real-time*. Hal ini memungkinkan siswa membangun pemahaman yang lebih dalam terhadap konsep turunan, seperti makna geometris sebagai kemiringan garis singgung atau laju perubahan. *E-modul* interaktif berbasis Desmos memadukan kekuatan visualisasi dinamis dan aktivitas eksploratif untuk memperkuat keterlibatan siswa dalam proses belajar. Oleh karena itu, penerapan media ini dinilai mampu memfasilitasi pembelajaran turunan secara konseptual dan aplikatif melalui pendekatan pembelajaran mendalam.

Hasil pengamatan langsung di SMA Negeri 1 Deli Tua menunjukkan bahwa banyak siswa yang belum mampu memahami hubungan antara fungsi dan turunannya. Berdasarkan studi pendahuluan, terdapat 63% siswa yang mengalami miskonsepsi dalam topik turunan, yang diperburuk oleh metode pembelajaran yang bersifat *teacher-centered* dan minim penggunaan media interaktif. Hasil wawancara dengan guru matematika juga menunjukkan keterbatasan fasilitas digital yang mampu memvisualisasikan konsep turunan secara dinamis dan eksploratif sebagai salah satu kendala utama.

Kesulitan memahami konsep turunan tidak hanya ditemukan di sekolah tersebut, tetapi juga tercermin dalam sejumlah penelitian lain. Penelitian oleh Azizah et al. (2023) menyebutkan bahwa siswa sering mengalami kebingungan dalam mengaitkan grafik fungsi dengan makna geometris dari turunan. Sementara itu, studi dari Pramesti dan Ramadhana (2020) mengindikasikan bahwa siswa cenderung berfokus pada hafalan rumus, tanpa sungguh-sungguh memahami mekanisme perubahan fungsi yang menjadi dasar dari konsep tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang bersifat prosedural belum cukup untuk menumbuhkan pemahaman konseptual yang mendalam.

Guna mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan strategi pembelajaran yang tidak bersifat pasif atau searah, melainkan mendorong partisipasi aktif siswa dalam proses konstruksi pemahaman mereka sendiri. Salah satu pendekatan yang relevan adalah pembelajaran mendalam (*deep learning*), yang menekankan pembelajaran bermakna melalui keterlibatan aktif siswa dalam menghubungkan konsep matematika dengan pengalaman nyata serta struktur kognitif yang telah mereka miliki (Chen & Singh, 2023; Raup et al., 2022). Pendekatan ini diyakini efektif dalam mengatasi miskonsepsi serta meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep turunan yang bersifat abstrak (Wahyudi, 2025).

Chen dan Singh (2023) mendefinisikan pembelajaran mendalam sebagai suatu pendekatan yang mendorong siswa untuk memahami konsep secara menyeluruh, membangun koneksi antargagasan, dan menerapkan pengetahuan dalam konteks nyata. Dalam praktiknya, pembelajaran ini melibatkan serangkaian proses aktif seperti mengaitkan pengalaman, eksplorasi, aplikasi, kerja sama, dan transfer pengetahuan ke situasi baru. Dalam konteks pembelajaran matematika, khususnya pada materi turunan, pendekatan ini memberikan kerangka pedagogis yang relevan untuk membangun pemahaman yang bermakna dan aplikatif melalui aktivitas eksploratif, kolaboratif, dan kontekstual.

Agar pelaksanaan pendekatan ini lebih efektif, diperlukan dukungan media pembelajaran yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi secara visual dan interaktif. *E-modul* interaktif yang terintegrasi dengan Desmos menjadi alternatif yang relevan, karena mampu menyajikan grafik fungsi dan turunannya secara dinamis, memungkinkan siswa mengeksplorasi perubahan laju secara langsung.

Dalam konteks pembelajaran modern, pemanfaatan multimedia interaktif menjadi salah satu strategi efektif untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman siswa. Siregar (2024) menekankan bahwa integrasi elemen-elemen seperti video, animasi, dan simulasi dalam media pembelajaran dapat memperkuat pemahaman konsep abstrak dan mendorong partisipasi aktif siswa. Pendekatan ini sejalan dengan kebutuhan pembelajaran matematika yang menuntut pemahaman konseptual dan keterampilan berpikir kritis.

Seiring dengan kemajuan teknologi pendidikan, pemanfaatan media pembelajaran interaktif berbasis digital menjadi alternatif yang potensial. Takaendengan et al. (2024) mengemukakan bahwa *e-modul* interaktif mampu menjembatani kesenjangan antara konsep abstrak matematika dengan representasi visual yang mudah dipahami siswa. Salah satu teknologi yang berperan penting dalam mendukung implementasi media

pembelajaran interaktif ini adalah Desmos, sebuah platform visualisasi grafik matematika yang memungkinkan siswa melakukan eksplorasi langsung terhadap perubahan bentuk fungsi dan turunannya. Rohmatullah et, al., (2022) berpendapat bahwa integrasi *e-modul* ke dalam proses pembelajaran, ketika dikombinasikan dengan berbagai pendekatan atau model pembelajaran yang sesuai, dapat mendorong peningkatan kemampuan matematis siswa dalam berbagai aspek.

Namun demikian, sebagian besar penelitian sebelumnya masih berfokus pada aspek teknis pengembangan media digital tanpa memperhatikan sinerginya dengan pendekatan pedagogis yang kokoh. Ningsih dan Deswita (2023) misalnya, mengevaluasi efektivitas *e-modul* berbasis multimedia namun tidak menekankan pada strategi pembelajaran konseptual. Hermawan et al. (2024) juga mengkaji multimedia interaktif tetapi belum mengintegrasikannya dengan pendekatan pembelajaran mendalam dalam konteks turunan. Selain itu, belum ditemukan kajian komprehensif yang secara khusus menggabungkan prinsip-prinsip pembelajaran mendalam dengan teknologi visual interaktif dalam rangka mengatasi miskonsepsi pada materi turunan.

Sebagai respons terhadap kesenjangan tersebut, penelitian ini mengusulkan integrasi antara pendekatan pembelajaran mendalam dan *e-modul* interaktif berbasis Desmos sebagai solusi inovatif dalam pembelajaran turunan. Mengacu pada teori Mayer (2021) dalam *Multimedia Learning*, pembelajaran akan lebih efektif ketika informasi disajikan secara multimodal dan terintegrasi dengan prinsip-prinsip kognitif. Hal ini juga selaras dengan rekomendasi *National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2020)* bahwa teknologi harus digunakan untuk memperkuat strategi pedagogis, bukan sebagai pengganti peran guru atau proses belajar yang bermakna.

Dengan demikian, penelitian ini difokuskan untuk mengkaji efektivitas pendekatan pembelajaran mendalam yang didukung oleh *e-modul* interaktif berbasis Desmos dalam meningkatkan pemahaman konsep turunan pada siswa kelas XI SMA Negeri 1 Deli Tua. Secara teoritis, temuan dari studi ini diharapkan dapat memperkaya pengembangan pendekatan pembelajaran matematika yang berorientasi pada pemahaman mendalam. Di sisi lain, secara praktis, penelitian ini juga ditujukan untuk menghasilkan rancangan media pembelajaran yang inovatif, fleksibel, dan dapat diterapkan langsung di kelas. Temuan dalam penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi sebagai acuan bagi para pendidik dalam merancang strategi pembelajaran yang lebih efektif guna mendukung pemahaman peserta didik terhadap konsep turunan secara komprehensif, baik dari aspek teoritis maupun aplikatif.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain kuasi eksperimen dengan metodologi kuantitatif untuk mengkaji pengaruh pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan *E-Modul Interaktif* berbasis Desmos terhadap pemahaman konsep turunan siswa kelas XI SMA. Rancangan kuasi eksperimen dipilih karena penelitian dilakukan pada kelas yang telah terbentuk secara natural tanpa memungkinkan randomisasi penuh terhadap subjek penelitian. Desain kuasi-eksperimen adalah jenis pendekatan penelitian yang menyerupai eksperimen murni, namun peneliti tidak memiliki kendali sepenuhnya atas variabel-variabel yang dapat memengaruhi validitas internal, khususnya dalam hal pengelompokan subjek ke dalam kelompok kontrol dan eksperimen (Abraham & Supriyanti, 2022).

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 22-23 Mei 2025 di SMA Negeri 1 Deli Tua yang dipilih berdasarkan hasil observasi awal menunjukkan adanya kesulitan siswa dalam memahami konsep turunan yang bersifat abstrak. Pemilihan lokasi ini ditentukan berdasarkan temuan awal dari survei pendahuluan yang menunjukkan bahwa siswa mengalami kesulitan dalam memahami materi turunan karena sifatnya yang abstrak dan kompleks. Target populasi mencakup keseluruhan siswa kelas XI di SMA Negeri 1 Deli Tua, sedangkan sampel penelitian berjumlah 64 siswa yang ditetapkan melalui teknik *purposive sampling* dengan mempertimbangkan ekuivalensi kemampuan akademis berdasarkan rerata nilai matematika pada semester terdahulu. *Purposive sampling* merupakan teknik penentuan sampel yang dilakukan dengan cara sengaja memilih individu atau kelompok berdasarkan karakteristik tertentu yang dianggap relevan dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2021). Distribusi sampel terdiri dari kelas XI Inovatif 1 yang berfungsi sebagai kelompok eksperimen dan kelas XI Inovatif 2 sebagai kelompok kontrol yang masing-masing beranggotakan 32 siswa.

Instrumen pengukuran penelitian yang diterapkan pada tahap *pretest* dan *posttest* berupa pertanyaan dengan format pilihan berganda yang terdiri dari 10 butir soal untuk mengukur pemahaman konsep turunan yang mencakup pemahaman definisi turunan sebagai limit, kemampuan menghitung turunan fungsi dasar,

penerapan aturan diferensiasi, dan interpretasi geometris turunan sebagai gradien garis singgung. Instrumen telah divalidasi melalui *expert judgment* dan uji coba lapangan, serta dianalisis validitas, reliabilitas, tingkat kesulitan, serta daya pembeda untuk memastikan kualitas instrumen yang memadai.

Tahapan pelaksanaan penelitian dibagi menjadi tiga fase: fase pertama berupa pemberian *pretest* kepada kedua kelompok untuk mengidentifikasi kemampuan dasar, fase kedua merupakan penerapan pembelajaran menggunakan *e-Modul Interaktif* yang terintegrasi dengan Desmos pada kelompok eksperimen sementara kelompok kontrol menerapkan metode pembelajaran tradisional, dan fase ketiga adalah pemberian *posttest* untuk mengukur peningkatan penguasaan konsep turunan pasca-intervensi. Rincian lebih lanjut disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain *Pretest* dan *Posttest*

Kelompok	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
KK	O_1	X_1	O_2
KE	O_1	–	O_2

Berdasarkan Tabel 1, baik kelompok eksperimen (KE) maupun kelompok kontrol (KK) terlebih dahulu diberikan *pretest* (O_1) guna mengidentifikasi tingkat kemampuan awal peserta didik sebelum penerapan perlakuan. Kelompok eksperimen kemudian menerima perlakuan berupa penerapan pendekatan pembelajaran mendalam yang didukung oleh *e-modul interaktif* berbasis Desmos (X_1), sementara kelompok kontrol menjalani proses pembelajaran tanpa intervensi khusus. Setelah proses pembelajaran selesai, kedua kelompok diberikan *posttest* (O_2) untuk mengukur capaian belajar peserta didik. Analisis terhadap perubahan skor *pretest* dan *posttest* dalam masing-masing kelompok bertujuan untuk menilai peningkatan hasil belajar, sedangkan perbandingan hasil antara kedua kelompok digunakan untuk mengevaluasi efektivitas intervensi pembelajaran yang diberikan.

Uji normalitas terhadap data dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov, dengan batas signifikansi ditetapkan pada $\alpha > 0,05$ sebagai acuan dalam menentukan jenis analisis statistik yang sesuai. Jika data memenuhi asumsi distribusi normal, maka digunakan analisis parametrik, yaitu *paired sample t-test* untuk menganalisis perbedaan antara nilai *pretest* dan *posttest* dalam satu kelompok, serta *independent sample t-test* untuk membandingkan hasil *posttest* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Namun, apabila data tidak terdistribusi normal, maka pendekatan non-parametrik menjadi pilihan yang tepat, dengan menggunakan *Wilcoxon Signed-Rank Test* untuk mengukur perbedaan internal dalam kelompok, dan *Mann-Whitney U Test* untuk menilai perbedaan antara kedua kelompok secara independen. Kriteria pengambilan keputusan untuk semua uji menggunakan tingkat signifikansi $\alpha < 0,05$. Analisis deskriptif dilakukan untuk mendeskripsikan karakteristik data meliputi ukuran tendensi sentral, dispersi, dan bentuk distribusi, dengan visualisasi data menggunakan *boxplot* untuk menampilkan perbandingan distribusi skor antara kedua kelompok. Pengujian ini akan dilakukan dengan bantuan *software* RStudio versi 2024.09.0+375 dan bahasa pemrograman R 4.4.2 sehingga hasil pengukuran akan lebih akurat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perbandingan Statistik Deskriptif *Posttest* Kedua Kelompok

Analisis statistik deskriptif dilakukan untuk melihat kecenderungan sebaran data *posttest* pada kedua kelas. Hasil lengkapnya ditampilkan pada Tabel 2.

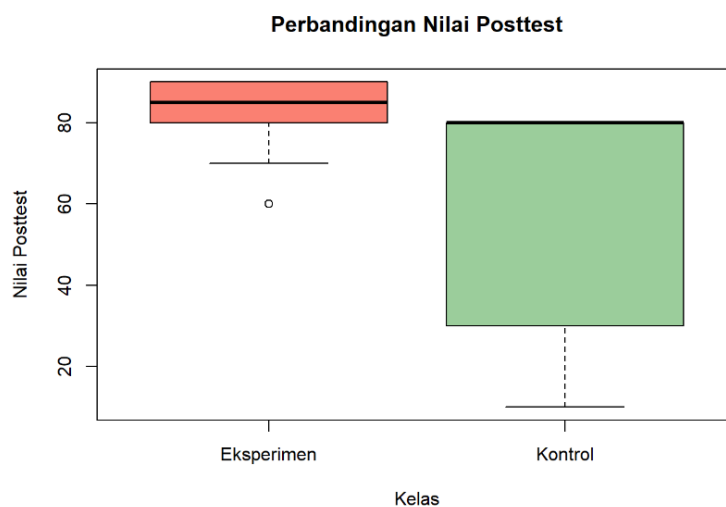
Tabel 2. Perbandingan Statistik Deskriptif *Posttest* Kedua Kelompok

Uraian	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
Mean	58.33	83.44
<i>Trimmed mean</i> (5%)	59.29	84
Median	80	85
Standar deviasi	26.66	7.87
Minimum	10	60
Maksimum	80	90
<i>Range</i>	70	30

Uraian	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen
IQR	50	10
Skewness	-0.54	-1.03
Kurtosis	-1.55	0.50

Merujuk pada hasil dalam tabel 2, terlihat adanya perbedaan mencolok antara kedua kelompok. Kelas kontrol menunjukkan variasi nilai yang lebih besar, tercermin dari standar deviasi dan rentang nilai yang lebih luas. Sebaliknya, pada kelas eksperimen, nilai rata-rata dan median cenderung lebih tinggi dengan penyebaran data yang lebih terkonsentrasi atau sempit, mengindikasikan distribusi nilai yang lebih merata di antara siswa. Nilai *skewness* dan kurtosis dari kedua kelas juga menunjukkan perbedaan pola distribusi.

Sebagai pelengkap dari analisis statistik deskriptif, visualisasi dalam bentuk *boxplot* disajikan untuk menunjukkan perbedaan karakteristik sebaran data *posttest* pada masing-masing kelompok.



Gambar 1. *Boxplot* Perbandingan Nilai *Posttest* antara Kelompok Eksperimen dan Kontrol.

Gambar 1 menyajikan *boxplot* yang membandingkan distribusi nilai *posttest* antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pada kelompok eksperimen, persebaran nilai terlihat lebih terkonsentrasi dengan rentang antarkuartil (IQR) yang sempit dan nilai median mendekati pusat kotak. Sementara itu, kelompok kontrol menunjukkan persebaran nilai yang lebih luas, dengan posisi median yang relatif tinggi mendekati kuartil atas (Q3), menandakan distribusi yang tidak simetris. Kemunculan beberapa nilai *outlier* pada kelas kontrol juga dapat diamati dalam visualisasi ini. Perbedaan ini menggambarkan karakteristik penyebaran data antara kedua kelompok setelah perlakuan pembelajaran yang berbeda.

Tes Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data *pretest* dan *posttest* dari kedua kelompok berdistribusi normal. Pengujian dilakukan menggunakan Kolmogorov-Smirnov *test* dan hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov

Kelompok	Asymtotic one-sample Kolmogorov-Smirnov			
	Jenis Tes	D-Value	p-value	Distribusi
Kelas Kontrol	<i>Pretest</i>	0.33251	0.00263	Tidak Normal
Kelas Kontrol	<i>Posttest</i>	0.32511	0.00352	Tidak Normal
Kelas Eksperimen	<i>Pretest</i>	0.16616	0.34000	Normal
Kelas Eksperimen	<i>Posttest</i>	0.29771	0.00688	Tidak Normal

Sebagaimana dijelaskan oleh Heryenzus (2019) dalam Fajarwati (2022), data dikatakan berdistribusi normal apabila nilai *p* dari hasil uji normalitas melebihi 0,05. Sebaliknya, jika *p-value* berada di bawah angka tersebut, maka data dinyatakan tidak berdistribusi normal. Berdasarkan temuan yang disajikan dalam tabel 1, hanya data *pretest* dari kelompok eksperimen yang berdistribusi normal (*p-value* = 0,34 > 0,05), sementara itu data

lainnya tidak berdistribusi normal ($p\text{-value} < 0,05$). Oleh karena data tidak berdistribusi normal, maka analisis selanjutnya menggunakan uji non-parametrik, Wilcoxon Signed-Rank dan uji Mann-Whitney U. Berdasarkan Kusnandar dan Perdana (2021) dalam Fajarwati (2022), statistik non-parametrik merupakan jenis statistik yang tidak bergantung pada asumsi distribusi tertentu dari data atau parameter populasi. Artinya, metode ini dapat digunakan meskipun data tidak mengikuti distribusi tertentu dan tidak mensyaratkan homogenitas varians.

Uji Data Berpasangan dengan Wilcoxon Signed-Rank Test

Pengujian terhadap perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* pada kelas kontrol dilakukan dengan menggunakan Wilcoxon Signed-Rank Test. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji Wilcoxon Signed-Rank Test – Kelompok Kontrol

<i>Wilcoxon signed rank test with continuity correction</i>		
V-value	p-value	Keterangan
0	5.56e-05	Signifikan

Dari hasil pengujian menggunakan Wilcoxon Signed-Rank, diperoleh nilai V sebesar 0 dan $p\text{-value}$ sebesar 5.56×10^{-5} . Karena nilai p lebih kecil dari 0,05, maka terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor *pretest* dan *posttest* dalam kelompok kontrol.

Uji Wilcoxon Signed-Rank pada kelompok kontrol menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara nilai *pretest* dan *posttest*, yang berarti pembelajaran konvensional tetap memberikan pengaruh terhadap peningkatan pemahaman siswa. Namun, besarnya pengaruh ini tidak dapat dinilai tinggi secara mutlak karena analisis deskriptif menunjukkan ketimpangan distribusi data, standar deviasi yang tinggi, dan penyebaran nilai yang sangat luas. Artinya, peningkatan pemahaman tidak merata terjadi pada seluruh siswa. Nilai mean yang jauh lebih rendah dari median, serta *skewness* negatif dan kurtosis rendah, menunjukkan distribusi yang datar dan dominasi nilai rendah, menandakan adanya kesenjangan pemahaman dalam kelas.

Pengujian perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen juga dilakukan menggunakan uji Wilcoxon Signed-Rank. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji Wilcoxon Signed-Rank Test – Kelompok Eksperimen

<i>Wilcoxon signed rank test with continuity correction</i>		
V-value	p-value	Keterangan
0	7.133e-07	Signifikan

Berdasarkan uji Wilcoxon Signed-Rank, diperoleh nilai V sebesar 0 dengan $p\text{-value}$ sebesar 7.133×10^{-7} . Karena nilai p lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor *pretest* dan *posttest* dalam kelompok eksperimen. Temuan ini mengindikasikan bahwa telah terjadi peningkatan nilai setelah kelompok tersebut menerima perlakuan pembelajaran. Data deskriptif memperkuat temuan ini, dengan sebaran nilai yang sempit, median dan mean yang tinggi dan berdekatan, serta *skewness* negatif yang menunjukkan banyak siswa mencapai nilai di atas rata-rata. Nilai standar deviasi yang rendah serta *interkuartil range* (IQR) yang kecil memperlihatkan pemerataan hasil belajar di kelas tersebut. Ini menunjukkan bahwa pembelajaran menggunakan pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan *e-modul* interaktif berbasis Desmos tidak hanya meningkatkan skor secara umum, tetapi juga memberikan dampak positif yang merata bagi seluruh siswa.

Uji Data Independen Mann-Whitney U Test

Untuk membandingkan hasil *posttest* antara kelompok kontrol dan eksperimen yang bersifat independen, digunakan uji statistik non-parametrik Mann-Whitney U. Rincian hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Uji Mann-Whitney U Test terhadap Hasil Posttest Kedua Kelompok

<i>Wilcoxon rank sum test with continuity correction</i>		
W-value	p-value	Keterangan
795	2.65e-06	Sangat signifikan

Dari analisis Mann-Whitney uji Mann-Whitney, diperoleh nilai statistik W sebesar 795 dengan nilai p sebesar $2,646 \times 10^{-6}$. Mengingat nilai p berada di bawah ambang signifikansi 0,05, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik antara skor *posttest* kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Perbedaan ini mencerminkan efektivitas pendekatan pembelajaran mendalam berbantuan *e-modul* interaktif yang terintegrasi dengan Desmos dalam meningkatkan pemahaman konsep turunan. Temuan ini diperkuat oleh visualisasi dalam bentuk *boxplot*, yang menunjukkan distribusi nilai *posttest* kelompok eksperimen lebih terpusat dan tinggi dibandingkan kelompok kontrol yang sangat tersebar dan rendah. Skor pada kelompok eksperimen menunjukkan konsistensi dan kestabilan yang lebih besar, sedangkan kelompok kontrol menunjukkan variabilitas tinggi dan banyak nilai rendah.

Keberhasilan peningkatan pemahaman konsep turunan dalam penelitian ini terutama disebabkan oleh penerapan pendekatan pembelajaran mendalam secara terstruktur, yang didukung oleh media *e-modul* interaktif berbasis Desmos. Pendekatan ini merujuk pada tahapan belajar mendalam sebagaimana dijelaskan oleh Cahyani et al. (2021) yaitu meliputi tahapan *relating*, *experiencing*, *applying*, *cooperating*, dan *transferring*. Dalam penelitian ini, *relating* terjadi saat siswa mengaitkan turunan dengan fenomena dunia nyata, *experiencing* melalui eksplorasi langsung di Desmos, *applying* dan *cooperating* saat menyelesaikan soal kontekstual dan berdiskusi dalam kelompok, serta *transferring* melalui refleksi dan penerapan konsep pada situasi baru. Struktur pembelajaran seperti ini dinilai mampu menciptakan pemahaman yang mendalam, terhubung, dan berkelanjutan.

Temuan ini konsisten dengan literatur sebelumnya. Wahyudi (2025) menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran mendalam dapat meningkatkan hasil belajar dan kepercayaan diri siswa. Raup et al. (2022) dan Mutmainnah et al. (2025) juga menekankan bahwa pendekatan ini efektif dalam mengembangkan pemahaman konseptual melalui visualisasi, eksplorasi, dan keterlibatan aktif siswa secara langsung dalam proses belajar. Pendekatan pembelajaran mendalam memberikan fondasi teoretis yang kuat bagi desain pembelajaran yang memfasilitasi keterlibatan siswa secara bermakna, baik secara individu maupun kolaboratif. Hal ini sejalan dengan prinsip bahwa pembelajaran bermakna terjadi ketika siswa mampu mengaitkan pengetahuan baru dengan pengalaman sebelumnya, serta mengonstruksi pemahaman melalui proses reflektif, aplikatif, dan eksploratif. Dalam konteks pembelajaran matematika, pendekatan ini memberikan kerangka kerja yang strategis untuk membangun kualitas kognitif siswa secara menyeluruh, khususnya dalam memahami konsep-konsep abstrak seperti turunan.

Selain itu, keberhasilan penggunaan *e-modul* interaktif sebagai pendukung pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran mendalam juga sejalan dengan penelitian Siregar dan Manurung (2017), yang menyatakan bahwa integrasi media visual interaktif dalam pembelajaran matematika secara signifikan meningkatkan kemampuan menyelesaikan masalah matematis, penggunaan perangkat lunak sebagai media bantu memfasilitasi pembelajaran yang sistematis dan reflektif. Selanjutnya, Wahid (2022) menemukan bahwa penggunaan Desmos dalam pembelajaran grafik fungsi turunan secara signifikan meningkatkan motivasi belajar dan kreativitas siswa dalam memahami perubahan bentuk grafik. Siswa lebih mampu membangun koneksi antar konsep karena dukungan visualisasi yang interaktif dan *real-time*. Selain itu, kajian sistematis oleh Ramadani et al. (2023) yang mengkaji berbagai penelitian integrasi Desmos dalam pembelajaran matematika menyimpulkan bahwa penggunaan visualisasi dinamis dari Desmos berperan penting sebagai sarana untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis, pemahaman konsep, serta keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, *e-modul* berbasis Desmos bukan hanya sekadar pelengkap, tetapi merupakan alat strategis yang mengoptimalkan penerapan pendekatan pembelajaran mendalam secara efektif dan menyeluruh dalam konteks materi turunan.

Dengan demikian, hasil dari penelitian ini turut memperkuat bukti empiris yang telah ditemukan dalam studi sebelumnya mengenai efektivitas pendekatan pembelajaran mendalam dalam meningkatkan pemahaman konsep matematika, khususnya materi turunan. Pendekatan ini menawarkan pola pembelajaran yang terstruktur dan bermakna, sehingga memungkinkan siswa membangun pemahaman secara progresif melalui keterlibatan aktif, eksplorasi visual, serta penerapan konsep dalam situasi yang relevan dengan kehidupan nyata.

Integrasi *e-modul* interaktif berbasis Desmos dalam pendekatan ini berfungsi sebagai alat bantu yang efektif dalam memvisualisasikan konsep-konsep turunan yang bersifat abstrak. Visualisasi dinamis, interaktivitas, serta aksesibilitas yang ditawarkan oleh Desmos mampu meningkatkan fokus, motivasi, dan pemahaman siswa secara lebih menyeluruh. Oleh karena itu, integrasi ini tidak hanya mendukung keberhasilan pembelajaran,

tetapi juga memperlihatkan potensi besar penggunaan teknologi dalam mendukung penerapan pendekatan pembelajaran mendalam di kelas matematika modern.

SIMPULAN

Penelitian ini mengkaji seberapa besar pengaruh pendekatan pembelajaran mendalam yang didukung oleh e-modul interaktif berbasis Desmos terhadap pemahaman siswa mengenai konsep turunan di kelas XI SMA Negeri 1 Deli Tua. Hasil analisis data yang diperoleh melalui penerapan uji statistik non-parametrik, yakni Wilcoxon Signed-Rank dan Mann-Whitney U, menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik. Perbedaan tersebut tercermin baik dalam peningkatan skor antara *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelompok, maupun dalam perbandingan antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol secara keseluruhan. Temuan ini memberikan indikasi kuat bahwa pendekatan pembelajaran yang diimplementasikan berkontribusi secara positif terhadap peningkatan pemahaman konsep turunan pada peserta didik. Penerapan pendekatan pembelajaran mendalam yang terstruktur melalui tahapan belajar bermakna, dikombinasikan dengan visualisasi interaktif dari Desmos dalam e-modul, terbukti mendukung keterlibatan aktif siswa, konsistensi hasil belajar, serta pemerataan pemahaman konsep di kelas eksperimen. Dengan demikian, integrasi pendekatan pembelajaran mendalam dan media interaktif memberikan kontribusi yang signifikan terhadap efektivitas pembelajaran matematika pada materi turunan.

Daftar Pustaka

- Abraham, I., & Supriyati, Y. (2022). Desain kuasi eksperimen dalam pendidikan: Literature review [Quasi-experimental design in education: A literature review]. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 8(3), 2476-2482. <https://doi.org/https://doi.org/10.58258/jime.v8i3.3800>
- Azizah, N., Darminto, B. P., & Nugraheni, P. (2023). Analisis miskonsepsi siswa pada materi turunan fungsi aljabar menggunakan four-tier test. *Jurnal Pendidikan Sultan Agung*, 3(1), 1-11. <http://dx.doi.org/10.30659/jp-sa.v3i1.28873>
- Bressoud, D. M. (2019). *Calculus reordered: A history of the big ideas*. Princeton University Press.
- Cahyani, N. P. I., Suarsana, I. M., & Mahayukti, G. A. (2021). Improving student's mathematical problem-solving skills through relating-experiencing-applying-cooperating-transferring learning strategy and graphic organizer. *Proceedings of the First International Conference on Science, Technology, Engineering and Industrial Revolution (ICSTEIR 2020)*, 337-344. Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210312.056>
- Chen, J., & Singh, C. K. S. (2023). A systematic review on deep learning in education: Concepts, factors, models and measurements. *Journal of Education and Educational Research*, 7(1), 125-129. <https://doi.org/10.54097/gzk2yd38>
- Fajarwati, S., & Rakhmawati, D. (2022). Analisis Hasil Belajar Kalkulus Dasar Pada Masa Pandemi Covid-19 Bagi Mahasiswa Informatika. *JPE: Jurnal Pendidikan Edutama*, 9(1), 99-108. <https://doi.org/10.30734/jpe.v9i1.2209>
- Hermawan, T., Khairiani, D., Muthmainnah, M., Saifullah, I., & Bisri, H. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Powerpoint Interaktif terhadap Minat Belajar Matematika Siswa Kelas VII Madrasah Tsanawiyah. *Asas Wa Tandhim: Jurnal Hukum, Pendidikan Dan Sosial Keagamaan*, 3(2), 87 - 98. <https://doi.org/10.47200/awtjhpsa.v3i2.2173>
- Jameson, G., Machaba, M. F., & Fasinu, V. G. (2024). Misconceptions and Errors Among Grade 12 Students When Learning Differentiation Rules: A Case Study. *Mathematics Education Journal*, 8(2), 221-243. <https://doi.org/10.22219/mej.v8i2.33081>
- Mayer, R.E. (2021). *Multimedia Learning (3rd ed.)*. Cambridge University Press.
- Mutmainnah, N., Adrias, & Zulkarnaini, A. P. (2025). Implementasi Pendekatan Deep Learning terhadap Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(1). <https://doi.org/10.23969/jp.v10i01.23781>
- National Council of Teachers of Mathematics. (2020). *Catalyzing change in high school mathematics: Initiating critical*

conversations. NCTM.

- Ningsih, F., & Deswita, R. (2023). Developing an e-Module on Blended Learning-based Calculus Courses. *Mosharafa: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(3), 429–440. <https://doi.org/10.31980/mosharafa.v12i3.817>
- Pramesti, C., & Ramadhana, Y. P. (2020). Analisis kesulitan belajar siswa menurut Polya pada materi turunan. *Cakrawala Pendidikan*, 24(2), 1 – 11.
- Ramadani, M., Pujiastuti, H., Faturrohman, M., & Syamsuri, S. (2023). Integrasi Teknologi Desmos dalam Pembelajaran Matematika: A Systematic Literature Review. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 6(2), 850–855. <https://doi.org/10.54371/jiip.v6i2.1340>
- Raup, A., Ridwan, W., Khoeriyah, Y., Supiana, S., & Zaqiah, Q. Y. (2022). Deep Learning dan Penerapannya dalam Pembelajaran. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(9), 3258–3267. <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i9.805>
- Rohmaini, L., Netriwati, Komarudin, Nendra, F., & Qiftiyah, M. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis Etnomatematika Berbantuan Wingeom Berdasarkan Langkah Borg And Gall. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 5(2), 176–186. <https://doi.org/10.25157/teorema.v5i2.3649>
- Rohmatullah, R., Pujiastuti, H., & Fathurrohman, M. (2022). Integrasi e-modul dalam pembelajaran matematika: systematic literature review. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(6), 8071–8082. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i6.4238>
- Siregar, B. H. (2024). *Teori & Praktis Multimedia Pembelajaran Interaktif*. UMSU Press.
- Siregar, B. H., & Manurung, N. (2017). Penerapan model pembelajaran berbasis masalah berbantuan perangkat lunak Autograph untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika berbasis Polya's four-step problem solving. *SEJ (Science Education Journal)*, 7(3), 296–304.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Edisi Revisi). Bandung: Alfabeta.
- Takaendengan, B. R., Nuha, A. R., Damayanti, T., Asriadi, A., Janna, M., & Anggraini, F. (2024). Advanced differential e-module: Integrating case-based and visual exploration. *Journal of Education Technology*, 8(4), 632–640. <https://doi.org/10.23887/jet.v8i4.85781>
- Wahid, S. (2023). Pengaruh Penggunaan Media Desmos Terhadap Motivasi Dan Kreatifitas Siswa Menyelesaikan Soal Grafik Fungsi Turunan. *Other thesis*, UIN STS JAMBI.
- Wahyudi, D, A. (2025). Pengaruh Pembelajaran Deep Learning Terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Dan Kepercayaan Diri Siswa Sma Dharma Pancasila Medan. *Jurnal Inovasi Pendidikan PEDAGOGI*, 1(1), 9 – 17.