



PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN DOSEN PEMULA

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi proposal ini dalam bentuk apapun kecuali oleh pengusul dan pengelola administrasi penelitian dan pengabdian kepada masyarakat

LAPORAN AKHIR

1. JUDUL PENELITIAN

Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Mahasiswa pada Pembelajaran Materi Turunan melalui Penggunaan Media Digital Interaktif

Bidang Fokus	Tema	Topik (jika ada)	Prioritas Riset
Sosial Humaniora	Pendidikan	Teknologi pendidikan dan pembelajaran	Digitalisasi

Rumpun Ilmu Level 1	Rumpun Ilmu Level 2	Rumpun Ilmu Level 3
ILMU PENDIDIKAN	ILMU PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (MIPA)	Pendidikan Matematika

Skema Penelitian	Strata (Dasar/Terapan/Pengembangan)	Nilai SBK	Target Akhir TKT	Lama Kegiatan
Penelitian Dosen Pemula	Riset Dasar	50.000.000	2	1 Tahun

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Jenis	Program Studi/Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta
ASDAR DOLLO 0918048701 Ketua Pengusul Universitas Muhammadiyah Pare-pare	Dosen	Pendidikan Matematika	Mengurus Izin Penelitian, Menyediakan Bahan dan Peralatan Penelitian, Melaksanakan Prencanaan (Menyusun rencana pelaksanaa pembelajaran, Menyusun Perangkat dan Instrumen, Berkoordinasi dengan Validator untuk Validasi Instrumen, Melakukan Revisi) Melakukan Pelaksanaan Penelitian, melakukan evaluasi, menyusun laporan Penelitian, serta Menyusun Luaran Berupa Artikel Ilmiah	6746733
HENRA AHMAD 0917108701 Anggota Universitas Muhammadiyah Pare-pare	Dosen	Pendidikan Matematika	Mendampingi dan membantu ketua dalam Mengurus Izin Penelitian, Menyediakan Bahan dan Peralatan Penelitian, Melaksanakan Prencanaan (Menyusun rencana pelaksanaa pembelajaran, Menyusun Perangkat dan Instrumen, Berkoordinasi dengan Validator untuk Validasi Instrumen, Melakukan Revisi) Melakukan Pelaksanaan Penelitian, melakukan evaluasi, menyusun laporan Penelitian, serta Menyusun Luaran Berupa Artikel Ilmiah	6794904

Nama, Peran	Jenis	Program Studi/Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta
RISFANDI IBRAHIM 222120007 Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Pare-pare	Mahasiswa	Pendidikan Matematika	Membantu dalam Melaksanakan Pelaksanaan (Menyusun rencana pelaksanaan pembelajaran, Menyusun Perangkat dan Instrumen, Berkoordinasi dengan Validator untuk Validasi Instrumen, Melakukan Revisi) Melakukan Pelaksanaan Penelitian, dan melakukan evaluasi	-

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (Jika Ada)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra	Dana
-------	------------	------

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Kategori Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian	Keterangan
1	Artikel di Jurnal	Artikel di Jurnal Bereputasi Nasional Terindeks SINTA 1-4	Accepted/Published	https://ojs.unsulbar.ac.id/index.php/ijes

5. ANGGARAN

Rencana Anggaran Biaya penelitian mengacu pada PMK dan buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang berlaku.

Total RAB 1 Tahun Rp 25.320.000,00

Tahun 1 Total Rp 25.320.000,00

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Analisis Data	HR Pengolah Data	Validasi Instrumen penelitian	P (penelitian)	1	1.450.000	1.450.000
Analisis Data	Transport Lokal	Analisis Data 2 orang selama 10 hari	OK (kali)	20	50.000	1.000.000
Analisis Data	Uang Harian	Analisis Data 2 orang selama 10 hari	OH	20	105.000	2.100.000
Bahan	ATK	File Box	Paket	1	35.000	35.000
Bahan	ATK	Kertas F4	Paket	1	60.000	60.000
Bahan	ATK	Kertas A4	Paket	1	60.000	60.000
Bahan	ATK	Map Plastik/Bussines File Acco	Paket	1	40.000	40.000
Bahan	ATK	Materai 10000	Paket	2	13.000	26.000
Bahan	ATK	Pulpen 1 dos	Paket	1	50.000	50.000
Bahan	ATK	Tinta Print Epson	Paket	4	100.000	400.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Anak Hekter Biasa	Unit	2	5.000	10.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Hekter Biasa	Unit	1	15.000	15.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Penghapus	Unit	2	14.500	29.000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Spidol	Unit	2	10.000	20.000

Kelompok	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Tinta Spidol	Unit	2	17.500	35.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya Pendaftaran KI	Biaya HAKI	Paket	1	1.000.000	1.000.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Bereputasi Nasional	Jurnal sinta 4: Kognitif (Jurnal Riset Hots Pendidikan Matematika)	Paket	1	2.500.000	2.500.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Biaya konsumsi rapat	Penyusunan laporan di luar kantor 3 orang selama 6 hari	OH	18	55.000	990.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Rapat Penyusunan Perangkat pembelajaran Penelitian (RPS dan modul), 3 orang x 8 hari	OH	24	55.000	1.320.000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Rapat Penyusunan Instrumen Penelitian, 3 orang x 5 hari	OH	15	55.000	825.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	Melakukan pre-test dan post-test, 1 orang mahasiswa x 2 hari	OJ	2	25.000	50.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	Melakukan wawancara, 1 orang mahasiswa x 2 hari	OJ	2	25.000	50.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	Pelaksanaan Pembelajaran, 1 orang mahasiswa x 8 hari	OJ	8	25.000	200.000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	Tenaga Kerja Lapangan, 1 orang x 18 Hari x 3 Bulan	OH	54	80.000	4.320.000
Pengumpulan Data	Transport	Rapat Penyusunan Instrumen Penelitian, 3 orang x 5 hari	OK (kali)	15	50.000	750.000
Pengumpulan Data	Transport	Rapat Penyusunan Perangkat pembelajaran Penelitian (RPS dan modul), 3 orang x 8 hari	OK (kali)	24	50.000	1.200.000
Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib	Uang harian rapat di luar kantor	Penyusunan Laporan di luar kantor 3 orang selama 6 hari	OH	18	105.000	1.890.000
Pengumpulan Data	Uang Harian	Rapat Penyusunan Instrumen Penelitian, 3 orang x 5 hari	OH	15	105.000	1.575.000
Pengumpulan Data	Uang Harian	Rapat Penyusunan Perangkat pembelajaran Penelitian (RPS dan modul), 3 orang x 8 hari	OH	24	105.000	2.520.000
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	Printer	Unit	1	800.000	800.000

*. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Kemampuan penalaran matematis merupakan salah satu kompetensi esensial dalam pendidikan tinggi. Penalaran matematis tidak hanya mendukung pemahaman konsep, tetapi juga melatih mahasiswa untuk berpikir logis, kritis, dan sistematis dalam menyelesaikan masalah kompleks.

Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa kemampuan penalaran matematis mahasiswa masih berada pada tingkat yang memprihatinkan. Hal ini terlihat dari rendahnya hasil belajar pada materi-materi fundamental seperti turunan. Di sisi lain, perkembangan teknologi digital memberikan peluang besar untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Media digital interaktif, seperti aplikasi berbasis web atau perangkat lunak multimedia, menawarkan pendekatan pembelajaran yang lebih menarik dan adaptif. Media ini mampu menyajikan visualisasi konsep matematika yang abstrak menjadi lebih konkret melalui animasi, simulasi, dan umpan balik langsung kepada pengguna. Penelitian ini menjadi penting karena mengintegrasikan dua aspek strategis: (1) peningkatan kemampuan penalaran matematis mahasiswa sebagai salah satu tujuan utama pendidikan matematika, dan (2) pemanfaatan teknologi digital interaktif sebagai solusi inovatif dalam menghadapi tantangan pembelajaran di era modern. penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam meningkatkan kualitas pembelajaran matematika di perguruan tinggi serta memperkaya literatur terkait inovasi teknologi dalam pendidikan. Tujuan Penelitian ini, yakni: 1) Menganalisis pengaruh media digital interaktif terhadap kemampuan penalaran matematis mahasiswa pada topik turunan; 2) Mengidentifikasi aspek penalaran yang paling terdampak. Metode Penelitian ini, yakni: Desain: Mixed- method dengan pendekatan embedded experimental design. Subjek: mahasiswa program studi Pendidikan matematika, universitas Muhammadiyah Parepare Tahun Akademik 2024/2025 yang telah memperogram mata kuliah Kalkulus 1. Instrumen: Tes penalaran matematis yang berbentuk soal essay sebanyak 3 soal yang tervalidasi oleh 2 orang validator dan Wawancara semi-terstruktur untuk mengungkap proses berpikir mahasiswa. Teknik Analisis Data: analisis statistik deskriptif dan analisis tematik menggunakan teori Miles-Huberman. Adapun Luaran yang ditargetkan adalah Artikel ilmiah yang akan dipublikasi di jurnal nasional terakreditasi SINTA 4 sebagai luaran utama dan draf Modul Digital Interaktif materi Turunan. Adapun Hasil yang diperoleh adalah Artikel Ilmiah yang telah dipublikasikan di jurnal nasional terakreditasi Sinta 3 yaitu Jurnal Tadris Matematika (JTMT) UIAD Sinjai dan draf Modul Digital Interaktif materi turunan.

B. KATA KUNCI

Penalaran Matematis; Media Digital Interaktif; Mengajukan Dugaan; Pernyataan Matematis; Manipulasi Matematis
false

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

Sebagai upaya untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai kemampuan penalaran matematis mahasiswa sebelum dan setelah pembelajaran, digunakan analisis statistik deskriptif berdasarkan hasil pre-test dan post-test. Hasil analisis lengkap ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Statistika Deskriptif Pre-test dan Pos-Tets

		Nilai Pre-Test	Nilai Pos-Test	Nilai Gain
N	Valid	6	6	6
	Missing	48	48	48
Mean		58.3333	80.0926	.5221
Std. Deviation		7.85674	5.67012	.10882
Minimum		47.22	72.22	.42
Maximum		66.67	88.89	.67

Hasil analisis deskriptif menunjukkan bahwa sebelum perlakuan, kemampuan penalaran matematis mahasiswa masih berada pada tingkat menengah. Nilai rata-rata pre-test adalah 58,33 dengan rentang skor antara 47,22 hingga 66,67. Simpangan baku sebesar 7,86 mengindikasikan variasi kemampuan antar mahasiswa relatif kecil. Kategorisasi individu memperlihatkan bahwa lima mahasiswa berada pada kategori sedang, sementara satu mahasiswa berada pada kategori rendah. Temuan ini mengindikasikan bahwa mayoritas mahasiswa memiliki pemahaman dasar yang cukup, meskipun masih terdapat kelemahan khususnya pada indikator *melakukan manipulasi matematis* yang memperoleh skor rata-rata terendah (55,56).

Setelah pembelajaran dengan media digital interaktif, terjadi peningkatan yang signifikan. Nilai rata-rata post-test mencapai 80,09, yang termasuk dalam kategori tinggi, dengan rentang skor 72,22 hingga 88,89. Simpangan baku menurun menjadi 5,67, menunjukkan bahwa capaian mahasiswa semakin homogen. Distribusi kategori menunjukkan bahwa lima mahasiswa berhasil mencapai kategori tinggi, sedangkan satu mahasiswa berada pada kategori sedang. Kondisi ini menunjukkan bahwa penggunaan media digital interaktif mampu mengangkat hampir seluruh mahasiswa ke level penalaran matematis yang lebih tinggi.

Lebih lanjut, analisis *normalized gain* memperlihatkan nilai rata-rata 0,52, yang termasuk kategori sedang. Rentang gain individu berada antara 0,42 hingga 0,67, dengan seluruh mahasiswa konsisten berada pada kategori sedang. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media digital interaktif memberikan dampak positif terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis mahasiswa.

Adapun jika ditinjau perindikator kemampuan penalaran matematis, dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Data kemampuan penalaran matematis berdasar indikator penalaran

		Mengajukan Dugaan (Pre-Test)	Mengajukan Dugaan (Pos-Test)	Menyajikan Pernyataan Matematis (Pre-Test)	Menyajikan Pernyataan Matematis (Pos-Test)	Manipulasi Matematika (Pre-Test)	Manipulasi Matematika (Pos-Test)
N	Valid	6	6	6	6	6	6
	Missing	48	48	48	48	48	48
Mean		62.5000	90.2778	56.9444	80.5556	55.5556	69.4444
Std. Deviation		11.48671	3.40207	9.74204	6.80414	11.38550	8.60663

Minimum	50.00	83.33	41.67	75.00	41.67	58.33
Maximum	83.33	91.67	66.67	91.67	75.00	83.33

Berdasarkan indikator, terdapat perbedaan tingkat peningkatan. Indikator *mengajukan dugaan* menunjukkan peningkatan paling tinggi, dari rata-rata 62,50 pada pre-test menjadi 90,28 pada post-test, atau mengalami kenaikan sebesar 27,78 poin. Peningkatan yang substansial ini mencerminkan efektivitas media digital interaktif, khususnya dalam bentuk visualisasi grafik dan animasi dinamis, yang membantu mahasiswa dalam menemukan pola dan mengajukan dugaan logis.

Pada indikator *menyajikan pernyataan matematis*, nilai rata-rata meningkat dari 56,94 menjadi 80,56, atau mengalami kenaikan sebesar 23,61 poin. Hasil ini menunjukkan bahwa media digital interaktif mampu mendukung mahasiswa dalam mengonversi pemahaman konseptual menjadi model matematis yang lebih terstruktur, seperti penurunan persamaan atau pemodelan masalah kontekstual.

Sementara itu, indikator *melakukan manipulasi matematis* memperoleh peningkatan paling rendah. Skor rata-rata pre-test sebesar 55,56 meningkat menjadi 69,44 pada post-test, dengan kenaikan 13,89 poin. Meskipun terjadi perbaikan, capaian indikator ini masih lebih rendah dibandingkan dua indikator lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan prosedural dan manipulatif mahasiswa belum sepenuhnya terbantu oleh media digital interaktif. Kesalahan prosedural masih ditemukan, sehingga aspek manipulasi matematis memerlukan latihan tambahan di luar dukungan teknologi interaktif.

Dengan mempertimbangkan hasil penelitian yang menunjukkan kenaikan rata-rata skor dari 58,33 menjadi 80,09 setelah penggunaan media digital interaktif, data ini selaras dengan studi-studi di atas. Sebagai contoh, [1] menemukan bahwa siswa yang menggunakan media digital berbasis Macromedia Flash memperlihatkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan penalaran matematis dibanding pembelajaran konvensional. Begitu pula penelitian oleh [2] yang melaporkan bahwa media interaktif memberikan efek positif dalam pre-test-post-test terhadap reasoning matematis.

Selain itu, penelitian yang menggunakan GeoGebra dalam discovery learning oleh [3] mendukung bahwa media visual dan interaktif tidak hanya meningkatkan skor rata-rata, tetapi juga memperlihatkan pengurangan variabilitas antar siswa sejalan dengan temuan Anda mengenai penurunan simpangan baku dari 7,17 menjadi 5,18. Demikian juga, studi *Enhancing Mathematical Reasoning through the Integration of Realistic Geometry with Interactive Multimedia Learning Application* melaporkan efek signifikan media interaktif dalam memperkuat representasi matematis dan reasoning [4], yang cocok dengan indikator dalam penelitian Anda.

Studi-studi ini bersama-sama memperkuat bahwa media digital interaktif memiliki dua efek utama: meningkatkan skor rata-rata siswa secara signifikan dalam pre-post pengukuran, dan juga membuat hasil lebih seragam antar siswamendukung bahwa media tersebut selain meningkatkan performa, juga memperkecil variasi belajar (homogenitas hasil belajar).

Jika ditinjau berdasarkan indikator, *mengajukan dugaan* mengalami peningkatan terbesar dengan selisih 27,78 poin. Hal ini menunjukkan bahwa media digital interaktif sangat efektif dalam memfasilitasi mahasiswa untuk mengembangkan dugaan awal melalui representasi visual yang dinamis. Visualisasi grafik dan animasi memungkinkan mahasiswa mengamati pola perubahan, membentuk hipotesis, serta menguji kebenarannya secara lebih langsung. Temuan ini selaras dengan kajian [5] yang melaporkan bahwa alat visualisasi spasial mendukung perkembangan kemampuan membuat dugaan atau hipotesis matematis dan pemahaman matematis yang lebih dalam. Demikian pula, [6] melaporkan bahwa kombinasi representasi visual dan aljabar mampu memudahkan mahasiswa dalam membangun dugaan matematis yang lebih akurat.

Penelitian internasional juga mendukung temuan ini. [7] menunjukkan bahwa mahasiswa lebih mampu menghubungkan fungsi simbolik dengan representasi grafik setelah melakukan aktivitas pencocokan visual, sehingga mempermudah mereka dalam membentuk pola dan dugaan. Studi [8] juga menunjukkan bahwa visualisasi ikonik dan simbolik membantu calon guru matematika membangun conjectures matematis dalam pemecahan masalah yang kompleks serta penggunaan representasi visual yang efektif. Lebih lanjut, studi [9] menemukan bahwa kemampuan imajinasi visual memiliki kontribusi penting dalam membantu siswa melihat pola aritmetika dan mengajukan hipotesis yang valid.

Dengan demikian, hasil penelitian ini konsisten dengan temuan sebelumnya bahwa representasi visual yang dihadirkan melalui media digital interaktif memberikan kontribusi yang signifikan terhadap kemampuan mengajukan dugaan. Oleh karena itu, dapat ditegaskan bahwa indikator ini paling banyak terdampak karena sifat media interaktif yang mendorong eksplorasi, pengamatan pola, dan pembentukan hipotesis yang menjadi inti dari penalaran matematis tingkat tinggi.

Indikator *menyajikan pernyataan matematis* juga menunjukkan peningkatan yang substansial, yaitu 23,61 poin. Hal ini menunjukkan bahwa media digital interaktif membantu mahasiswa mengkonversi gagasan konseptual ke dalam simbol, persamaan, atau model matematis yang sistematis. Media seperti GeoGebra maupun e-modul interaktif memberi ruang bagi mahasiswa untuk menguji dan memvalidasi representasi matematis mereka. [10] menegaskan bahwa E-LKPD interaktif mendukung siswa dalam menyusun pernyataan matematis yang lebih jelas, sementara [11] menemukan bahwa modul digital berbasis literasi matematis mampu meningkatkan ketepatan formulasi model matematis dalam berbagai konteks.

Sebaliknya, indikator *melakukan manipulasi matematis* mengalami peningkatan yang relatif kecil (13,89 poin) dibandingkan indikator lainnya. Walaupun ada peningkatan, hasil ini menunjukkan bahwa keterampilan prosedural, seperti perhitungan simbolik atau manipulasi aljabar, tidak sepenuhnya terfasilitasi oleh media digital interaktif. Temuan ini sejalan dengan studi [12] yang menunjukkan bahwa media digital berbasis permainan lebih efektif untuk meningkatkan motivasi dan representasi, tetapi tidak terlalu berpengaruh pada keterampilan manipulasi simbolik. [13] dan [14] juga menemukan bahwa simulasi prosedural berbasis teknologi memang bermanfaat, tetapi efektivitasnya dalam memperkuat keterampilan manipulatif cenderung lebih rendah dibandingkan aspek visualisasi konsep. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media digital interaktif lebih efektif dalam mendukung tahap awal penalaran matematis (mengajukan dugaan dan menyajikan pernyataan) daripada tahap manipulatif yang menuntut latihan prosedural lebih intensif.

Temuan kuantitatif ini diperkuat oleh hasil wawancara mendalam dengan subjek penelitian, yang memberikan gambaran lebih detail mengenai proses berpikir mereka. Pada indikator mengajukan dugaan, subjek menyatakan bahwa media digital interaktif, terutama visualisasi dinamis, sangat membantu dalam mengamati pola grafik, menemukan hubungan variabel, dan membentuk hipotesis awal. Subjek dapat menduga bentuk persamaan garis singgung, menentukan kondisi maksimum gerak peluru (turunan pertama sama dengan nol), dan mengidentifikasi model fungsi luas sebagai parabola terbuka ke bawah. Hal ini konsisten dengan hasil tes tertulis yang menunjukkan peningkatan signifikan pada indikator ini. Dengan demikian, dapat dipahami bahwa media digital berperan penting dalam memperkuat aspek eksploratif dan konjektural dari penalaran matematis.

Pada indikator menyajikan pernyataan matematis, hasil wawancara mengungkapkan bahwa mahasiswa mampu mengonversi pemahaman konseptual menjadi model matematis dengan bantuan media digital interaktif. Subjek menuturkan bahwa media digital interaktif mempermudah penyusunan model fungsi, menurunkan persamaan, dan memodelkan masalah kontekstual. Namun, ia juga mengakui masih membutuhkan bimbingan pada soal yang lebih kompleks. Observasi selama pembelajaran menunjukkan bahwa meskipun mahasiswa mampu menuliskan model matematis, sering kali masih kurang sistematis. Hal ini selaras dengan hasil tes yang menunjukkan adanya peningkatan signifikan, tetapi belum maksimal, pada indikator ini. Dengan kata lain, media digital mendukung representasi dan formulasi matematis, namun belum sepenuhnya membentuk kemandirian mahasiswa.

Sementara itu, pada indikator melakukan manipulasi matematis, hasil wawancara memperlihatkan bahwa sebagian besar proses manipulasi simbolik masih dilakukan secara manual. Subjek menekankan bahwa aplikasi digital cenderung hanya menampilkan hasil akhir tanpa memperlihatkan langkah-langkah perhitungan. Observasi juga menunjukkan bahwa mahasiswa sering berhenti pada tahap representasi grafik dan masih melakukan kesalahan prosedural ketika harus menyelesaikan langkah perhitungan manual. Hal ini sejalan dengan hasil tes yang menunjukkan bahwa manipulasi matematis memperoleh skor terendah dibanding indikator lainnya. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa media digital interaktif kurang optimal dalam memperkuat keterampilan prosedural, sehingga diperlukan strategi pembelajaran tambahan seperti latihan manual berbasis pemecahan masalah.

Integrasi hasil kuantitatif dan kualitatif memberikan gambaran yang konsisten. Media digital interaktif terbukti efektif dalam memperkuat kemampuan penalaran matematis mahasiswa, terutama pada aspek mengajukan dugaan dan menyajikan pernyataan matematis. Namun, aspek melakukan manipulasi matematis masih menjadi titik lemah yang membutuhkan intervensi pedagogis tambahan. Hasil ini mendukung kerangka *hypothetico-deductive reasoning* [15] yang menyatakan bahwa penalaran matematis berkembang melalui tahapan dugaan, pernyataan, dan manipulasi. Dalam konteks ini, media digital interaktif berperan besar dalam memperkuat tahap eksploratif dan representasional, sementara tahap manipulatif tetap memerlukan dukungan latihan prosedural yang lebih intensif.

Temuan ini memiliki implikasi penting. Pertama, integrasi media digital interaktif dalam pembelajaran matematika perlu difokuskan pada penguatan keterampilan penalaran tingkat tinggi, khususnya pengajuan dugaan dan representasi matematis, yang terbukti paling banyak terdampak. Kedua, kelemahan pada aspek manipulasi matematis menunjukkan perlunya desain pembelajaran yang lebih seimbang, di mana media digital interaktif digunakan bersamaan dengan latihan manual dan strategi pembelajaran berbasis pemecahan masalah untuk memperkuat keterampilan prosedural. Ketiga, penurunan simpangan baku antar mahasiswa pasca perlakuan

menegaskan bahwa media digital interaktif dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi kesenjangan capaian antar mahasiswa dalam kelas yang heterogen

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran melalui BIMA.

Hasil yang diharapkan atau luaran yang dijanjikan dari penelitian ini adalah Artikel ilmiah yang akan dipublikasi di jurnal nasional terakreditasi SINTA 4. Setelah melalui peninjauan ulang dan penyempurnaan substansi manuskrip, kualitas artikel dianggap layak atau sesuai dengan standar dan scope jurnal berakreditasi Sinta 3. Pemilihan jurnal ini dilakukan untuk memastikan kontribusi ilmiah yang lebih optimal serta visibilitas penelitian yang lebih luasnamun. Artikel ilmiah sudah selesai dibuat dan telah di submit di Jurnal Tadris Matematika (JTMT) terakreditasi sinta 3. Pada Tanggal 1 Desember 2025, Artikel Ilmiah tersebut telah terpublis. Selain itu, penelitian ini juga menghasilkan luaran tambahan, yaitu modul digital interaktif untuk pembelajaran materi turunan.

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* serta unggah bukti dokumen pendukung sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra dapat diunggah melalui BIMA.

Catatan:

Bagian ini wajib diisi untuk penelitian terapan, untuk penelitian dasar (Fundamental, Pascasarjana, PKDN, Dosen Pemula) boleh mengisi bagian ini (tidak wajib) jika melibatkan mitra dalam pelaksanaan penelitiannya

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Selama pelaksanaan penelitian, terdapat beberapa kendala yang dihadapi. Beberapa kendala bersifat teknis dan administratif, seperti adanya jadwal pelaksanaan penelitian yang beririsan dengan masa libur mahasiswa sehingga pengambilan data perlu penjadwalan ulang. Namun demikian, kendala-kendala tersebut dapat diatasi melalui komunikasi dan koordinasi yang baik dengan pihak terkait, sehingga pelaksanaan penelitian tetap berjalan sesuai prosedur.

Terkait luaran penelitian, semula direncanakan hasil penelitian akan dipublikasikan pada jurnal terakreditasi Sinta 4. Namun setelah artikel selesai dibuat, saya submit di jurnal terakreditasi Sinta 3. Perbedaan ini tidak mengurangi kualitas luaran yang dihasilkan, bahkan menunjukkan peningkatan mutu publikasi dari rencana awal

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian selanjutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

Penelitian ini telah selesai dan luaran telah tercapai. Sebagai tindak lanjut, penelitian ini direncanakan untuk dikembangkan lebih lanjut melalui skema Penelitian Fundamental Reguler (PFR). Penelitian lanjutan akan difokuskan pada kajian yang lebih mendalam terhadap konstruksi penalaran matematis mahasiswa pendidikan

matematika dalam konteks pembelajaran Kalkulus Diferensial berbasis ekologi dengan dukungan media digital, menggunakan pendekatan fenomenologi hermeneutik.

Hasil penelitian lanjutan ini diharapkan dapat menghasilkan luaran publikasi ilmiah bereputasi, memperkuat kontribusi teoretis dalam bidang pendidikan matematika, serta menjadi dasar pengembangan desain pembelajaran dan media digital yang lebih siap diimplementasikan pada konteks pendidikan tinggi.

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

- [1] Muhamad Yunus, Mizan Abrory, Zafrullah, Dedek Andrian, & David Maclinton. (2022). The Effectiveness of Macromedia Flash Digital Media in Improving Students' Mathematics Reasoning. *Mathematics Research and Education Journal*, 6(1), 14–20. [https://doi.org/10.25299/mrej.2022.vol6\(1\).9013](https://doi.org/10.25299/mrej.2022.vol6(1).9013)
- [2] Rahmawati, S., H, N., & Muin, A. (2024). Development of Web-Based Digital Mathematics Modules Grade VII SMPN 1 Watansoppeng. *Inovasi Kurikulum*, 21(2), 647–660. <https://doi.org/10.17509/jik.v21i2.67846>
- [3] Fatahillah, A., Yafi, M. A., Monalisa, L. A., Hussen, S., & Wiharjo, E. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Materi Persamaan Lingkaran berbasis Discovery Based Learning Berbantuan Geogebra Classroom untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 43–54. <https://doi.org/10.30605/proximal.v6i2.2643>
- [4] Alim, J. A., Oktaviani, C., & Wijaya, T. T. (2024). Enhancing Mathematical Reasoning through the Integration of Realistic Geometry with Interactive Multimedia Learning Application. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 14(3), 1533–1547. <https://doi.org/10.23960/jpp.v14.i3.2024105>
- [5] Medina Herrera, L. M., Juárez Ordóñez, S., & Ruiz-Loza, S. (2024). Enhancing mathematical education with spatial visualization tools. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1229126>
- [6] Rif'at, M., Sudiansyah, S., & Peterianus, S. (2021). Algebraic and Visual Representation in Solving Mathematics Problems Based on Empirical Thinking. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 481–499. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i2.23567>
- [7] Muzangwa, J., & Ogonnaya, U. I. (2022). Undergraduate Mathematics Education Students' Visual Representations of Multivariable Functions. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(03), 212–221. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i03.15712>
- [8] Zulu, M. W., & Mudaly, V. (2023). Unveiling problem-solving strategies of pre-service mathematics teachers: A visual and discursive exploration. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2299. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13344>
- [9] Yurmalia, D., & Jupri, A. (2021). Student Visual Thinking in Solving Realistic Problems: The Case of Arithmetic Sequence. *2021 4th International Conference on Big Data and Education*, 63–68. <https://doi.org/10.1145/3451400.3451410>
- [10] Elfariana, R., Aisyah, N., & Susanti, E. (2024). Development of Interactive Electronic Student Worksheets on Pythagorean Theorem Material to Support Students' Mathematical Reasoning in Junior High Schools. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 15(1), 306–318. <https://doi.org/10.15294/kvzmp80>
- [11] Marsitin, R., & Sesanti, N. R. (2023). Developing an electronic module based on mathematical literacy to enhance students' mathematical reasoning. *Jurnal Elemen*, 9(1), 197–210. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i1.6915>

- [12] Lampropoulos, G. (2023). Educational benefits of digital game-based learning: K-12 teachers' perspectives and attitudes. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 3(2), 805–817. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2023.02.008>
- [13] Jongbloed, J., Chaker, R., & Lavoué, E. (2024). Immersive procedural training in virtual reality: A systematic literature review. *Computers & Education*, 221, 105124. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105124>
- [14] Sawyer, T., Bergman, L., & White, M. L. (2022). Simulation for Procedural Skills Teaching and Learning. In *Clinical Education for the Health Professions* (pp. 1–21). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6106-7_92-2
- [15] Stylianides, G. J., Stylianides, A. J., & Moutsios-Rentzos, A. (2024). Proof and proving in school and university mathematics education research: a systematic review. *ZDM - Mathematics Education*, 56(1), 47–59. <https://doi.org/10.1007/s11858-023-01518-y>



JUDUL : ANALISIS KEMAMPUAN PENALARAN MATEMATIS MAHASISWA PADA PEMBELAJARAN MATERI TURUNAN MELALUI PENGGUNAAN MEDIA DIGITAL INTERAKTIF

Tim Penelitian :
ASDAR DOLLO (KETUA)
HENRA AHMAD (ANGGOTA)
RISFANDI IBRAHIM (ANGGOTA)

Skema : penelitian dosen pemula
Dana Penelitian : Rp. 25.320.000,-
Target Akhir TKT 2
Tahun Pelaksanaan 2025

RINGKASAN :

Kemampuan penalaran matematis merupakan salah satu kompetensi esensial yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran matematika abad ke-21. Namun, hasil studi awal menunjukkan bahwa kemampuan tersebut masih berada pada kategori sedang, dengan kelemahan utama pada aspek manipulasi matematis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penggunaan media digital interaktif terhadap peningkatan kemampuan penalaran matematis mahasiswa, serta mengidentifikasi indikator yang paling terdampak. Penelitian menggunakan desain pre-test-post-test dengan populasi enam mahasiswa semester VI Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Muhammadiyah Parepare. Instrumen penelitian berupa tes uraian yang dirancang untuk mengukur tiga indikator penalaran matematis, yaitu mengajukan dugaan, menyajikan pernyataan matematis, dan melakukan manipulasi matematis. Hasil analisis deskriptif menunjukkan peningkatan skor rata-rata dari 58,33 (kategori sedang) pada pre-test menjadi 80,09 (kategori tinggi) pada post-test, dengan *normalized gain* sebesar 0,52 yang berada pada kategori sedang. Penurunan simpangan baku dari 7,86 menjadi 5,67 mengindikasikan bahwa capaian mahasiswa menjadi lebih homogen setelah perlakuan. Analisis per indikator menunjukkan bahwa peningkatan terbesar terjadi pada indikator mengajukan dugaan (27,78 poin), diikuti menyajikan pernyataan matematis (23,61 poin), sedangkan indikator melakukan manipulasi matematis mengalami peningkatan paling rendah (13,89 poin). Temuan ini menegaskan bahwa media digital interaktif lebih efektif dalam memperkuat keterampilan penalaran matematis tingkat tinggi yang berbasis representasi visual dan konseptual, sementara keterampilan prosedural masih memerlukan dukungan latihan manual tambahan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa integrasi media digital interaktif efektif untuk meningkatkan kemampuan penalaran matematis mahasiswa, sekaligus mengurangi variasi capaian antarindividu dan indikator yang paling terdampak adalah indikator mengajukan dugaan. Implikasi praktis dari penelitian ini adalah perlunya desain pembelajaran yang seimbang, dengan memadukan penggunaan media digital interaktif dan strategi latihan untuk memperkuat semua aspek penalaran matematis secara komprehensif.

Kata Kunci: penalaran matematis, media digital interaktif, mengajukan dugaan, pernyataan matematis, manipulasi matematis

LUARAN :



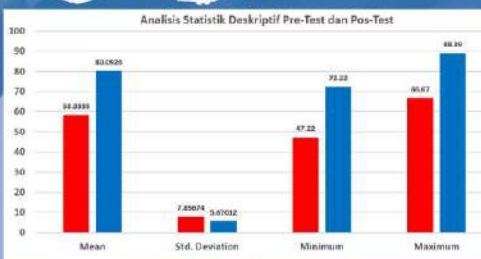
- Artikel ilmiah pada Jurnal Tadris Matematika (JTMT) UIAD Sinjai, (SINTA 3) Published Desember 1, 2025
- Modul ajar digital interaktif (materi turunan)

Ucapan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi melalui Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan atas dukungan pendanaan yang diberikan melalui skema Riset Dosen Pemula untuk Tahun Anggaran 2025

Peta Jalan Penelitian (2024-2028)



DIAGRAM ALIR PENELITIAN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PAREPARE

2025

The Impact of Using Interactive Digital Media on Students' Mathematical Reasoning Abilities in Derivative Material

Asdar Dollo¹, Henra Ahmad², Abdul Rahman³, Risfandi Ibrahim⁴

^{1,2,3,4} Universitas Muhammadiyah Pare-pare, Indonesia

E-mail correspondence: asdardollo@gmail.com

DOI:10.47435/jtmt.v6i2.4185

Submission Track:

||Accepted: September 20, 2025||Approved: October 3, 2025||Published: December 1, 2025

Copyright © 2025 Asdar Dollo, Henra Ahmad, Abdul Rahman, Risfandi Ibrahim



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License

Abstract

Mathematical reasoning is a vital competency to cultivate in 21st-century mathematics education. Nonetheless, preliminary findings reveal that students' reasoning abilities remain at a moderate level, particularly weak in mathematical manipulation. This study investigates the effect of interactive digital media on enhancing students' mathematical reasoning and identifies the most significantly affected indicators. Employing a pre test–post test design, the research involved six sixth-semester students from the Mathematics Education Program at Universitas Muhammadiyah Parepare. The instrument was an open-ended test assessing three reasoning indicators: proposing conjectures, expressing mathematical statements, and performing manipulations. Descriptive analysis showed that the mean score rose from 58.33 (moderate) to 80.09 (high), with a normalized gain of 0.52 (medium). The reduction in standard deviation from 7.86 to 5.67 indicates greater consistency in performance after the intervention. Among the indicators, the highest improvement was observed in proposing conjectures (27.78 points), followed by expressing mathematical statements (23.61 points), while mathematical manipulation showed the least gain (13.89 points). These results suggest that interactive digital media effectively enhances higher-order reasoning skills involving visual and conceptual representations, whereas procedural fluency still benefits from manual practice. Thus, balanced integration of digital and conventional strategies is essential for developing comprehensive mathematical reasoning.

Keywords: *mathematical reasoning; interactive digital media; proposing conjectures; mathematical statements; mathematical manipulation.*

1. Introduction

Mathematical reasoning is one of the basic competencies in mathematics, along with understanding, communication, and problem solving. Mathematical reasoning is a fact-based thinking process that plays a vital role in helping students understand mathematical concepts and solve various problems in their personal, social, and educational lives. (Dollo, 2018) . Mathematical reasoning not only serves as a tool for solving problems, but also as a basis for developing critical and analytical thinking required in various disciplines (Mulyani & Siregar, 2025) . However, a number of studies reveal that the level of students' mathematical reasoning abilities is still relatively low, which is reflected in less than satisfactory learning achievements in basic materials such as the concept of derivatives (Haura Putri Fortuna et al., 2024) .

Derivatives are an essential part of learning calculus because they have numerous applications in various fields of science (Nie, 2024) (Mishra, 2024) . However, based on field observations, many students experience difficulty in understanding the basic concept of derivatives. This difficulty often impacts students' low ability to perform mathematical reasoning related to the concept. Several studies show that students tend to memorize derivative formulas without understanding the meaning behind the process, resulting in weak and underdeveloped reasoning.

Amidst these challenges, technological developments have opened up new opportunities in designing more innovative and meaningful learning (Melati et al., 2023) , one of which is through the use of interactive digital media (Annisa Gita Cahyani & Setyadi, 2023) . Learning media is one of the learning resources that can stimulate students' interest and enthusiasm for learning (Rofinus Badung & Asdar Dollo, 2024) . Interactive digital media allows students to explore concepts visually and dynamically, which has great potential in helping students understand mathematical concepts more deeply. With its manipulative and interactive features, it has the potential to improve their reasoning skills.

Although the use of interactive digital media has been widely studied in the context of understanding mathematical concepts or solving mathematical problems, there is little research specifically highlighting how this media can be used to develop mathematical reasoning skills, particularly in the context of derived materials at the tertiary level. In fact, with its characteristics that support visualization and concept exploration, interactive digital media is highly suitable for encouraging higher-order thinking processes such as reasoning (Siregar et al., 2024) .

Based on these conditions, the following problems are formulated: (1) How great is the mathematical reasoning ability of students in studying derivative material? and (2) Does the use of interactive digital media affect students' mathematical reasoning ability in derivative material? This research is important to be carried out as an effort to contribute to technology-based mathematics learning strategies that are not only oriented towards understanding concepts, but also towards strengthening students' logical and systematic thinking processes.

The urgency of this research lies not only in the academic need to improve students' mathematical reasoning skills but also in line with the Independent Learning-Independent Campus (MBKM) policy, which encourages innovation in learning methods. Through this research, it is hoped that practical solutions can be found that can be implemented in higher education settings to improve the quality of mathematics education in Indonesia.

In an effort to strengthen the quality of technology-based mathematics learning, several studies have been conducted to evaluate the effectiveness of digital media in teaching various mathematical materials. Several studies have shown that the use of digital media can help students understand concepts visually and increase learning interest (Azzahro & Subekti, 2022) . Other studies have also shown that digital media is effective in improving problem-solving skills (Mahuda et al., 2021) , conceptual understanding (Halim & Hadi, 2023) , and visual representations in geometry materials (Manik et al., 2024) . However, most of these studies still focus on aspects of conceptual and procedural understanding, rather than on aspects of mathematical reasoning that involve higher-order thinking processes.

Furthermore, research using digital media generally focuses on the secondary school level, while studies examining the integration of these media into mathematics learning in higher education are still limited. More specifically, studies analyzing the relationship between the use of interactive digital media and the development of students' mathematical reasoning skills in derivatives are scarce. Yet, derivatives in calculus are a complex topic with significant potential for analysis from a reasoning perspective (Amalia & Fathurrohman, 2020) and (Pandey & Singh, 2021) , as they involve understanding the relationship between changes in function values and their rates of change in various representations.

This study aims to fill this gap. Unlike previous studies that only assessed final learning outcomes, this study seeks to examine students' thinking processes while using interactive digital media to learn derivatives. The study focuses not only on improving learning outcomes but also on students' mathematical reasoning processes in developing an understanding of the concept of derivatives. This is an important contribution because reasoning is a crucial indicator of higher-level mathematical thinking in higher education.

The novelty of this research lies in three main aspects. First, in terms of research focus, this study focuses on the context of higher education in Indonesia, where research on the use of interactive digital media in mathematics learning, particularly in derivatives, is still limited. Second, in terms of approach, this study uses an indicator-based analysis of mathematical reasoning to evaluate the extent to which interactive digital media contributes to students' mathematical reasoning processes.

2. Method

This research is an quantitative descriptive research. This research will use Pre-Experimental Design with *One-Group Pre test-Post test Design approach*. This research is a study on the material of *function derivatives* with the research subjects being students of the Mathematics Education Study Program, Universitas Muhammadiyah Parepare who have programmed the Differential Calculus course, namely semester VI of the 2024/2025 Academic Year. Subjects were taken purposively, taking into account students who have basic experience in using interactive digital media. The instruments used in this study are: (1) Mathematical Reasoning Test, to measure students' reasoning abilities before and after using interactive digital media.

2.1 Research Procedures

This research will use Pre-Experimental Design with *One-Group Pre test-Post test Design approach*. The data used in this study were quantitative, and the research instrument was a mathematical reasoning ability test. The data collection technique consisted of two stages. First, a pre-test was administered to students before learning using interactive digital media to measure their initial abilities. Second, a post-test was administered after all learning activities were completed to determine improvements in mathematical reasoning ability following the treatment.

This research was conducted through several stages as follows: (1) Preparation: (a) Compiling research instruments (mathematical reasoning tests and interview guides), (b) Validating instruments through expert assessment, and (c) Compiling interactive digital media (interactive digital modules) that will be used in learning the concept of derivatives. (2) Implementation of the Experiment: (a) Providing an initial test (pretest) to measure students' initial mathematical reasoning abilities, (b) Implementing learning using interactive digital media that has been designed, implemented in several meetings, and (c) Providing a final test (posttest) to determine changes or improvements in students' mathematical reasoning abilities. (3) Evaluation: analyzing research data to measure research objectives

2.2 Data Analysis Techniques

The data analysis techniques used are quantitative descriptive statistical analysis: Quantitative data from the results of the mathematical reasoning ability test were analyzed using descriptive statistics (average, standard deviation, and score gain).

3. Results and Discussion

In an effort to provide a comprehensive overview of students' mathematical reasoning abilities before and after LMS implementation, descriptive statistical analysis was used based on pre-test and post-test results. The complete analysis results are shown in Table 1.

Table 1. Descriptive Statistical Analysis of Pre-test and Post- test

		Pre-Test Score	Test Value	Gain Value
N	Valid	6	6	6
	Missing	48	48	48
Mean		58.3333	80.0926	.5221
Standard Deviation		7.85674	5.67012	.10882
Minimum		47.22	72.22	.42
Maximum		66.67	88.89	.67

The results of the descriptive analysis showed that before the treatment, students' mathematical reasoning abilities were still at an intermediate level. The average pre-test score was 58.33 with a score range of 47.22 to 66.67. The standard deviation of 7.86 indicates relatively small variation in abilities between students. Individual categorization showed that five students were in the intermediate category, while one student was in the low category. These findings indicate that the majority of students have sufficient basic understanding, although there are still weaknesses, especially in the indicator of *performing mathematical manipulation*, which obtained the lowest average score (55.56).

After learning with interactive digital media, there was a significant improvement. The average post-test score reached 80.09, which is included in the high category, with a score range of 72.22 to 88.89. The standard deviation decreased to 5.67, indicating that student achievement is increasingly homogeneous. The distribution of categories shows that five students successfully achieved the high category, while one student was in the medium category. This condition indicates that the use of interactive digital media can elevate almost all students to a higher level of mathematical reasoning.

Furthermore, the *normalized gain analysis* showed an average value of 0.52, which is considered moderate. Individual gains ranged from 0.42 to 0.67, with all students consistently falling within the moderate category. Thus, it can be concluded that interactive digital media has a positive impact on improving students' mathematical reasoning abilities.

If we look at the indicators of mathematical reasoning ability, this can be seen in table 2 below.

Table 2. Data on mathematical reasoning ability based on reasoning indicators

		Filing Allegations (Pre Test)	Filing Allegations (Post Test)	Presenting Mathematical Statements (Pre Test)	Presenting Mathematical Statements (Post Test)	Presenting Mathematical Statements (Pre Test)	Presenting Mathematical Statements (Post Test)
N	Valid	6	6	6	6	6	6
	Missing	48	48	48	48	48	48
Mean		62.5000	90.2778	56.9444	80.5556	55.5556	69.4444
Standard Deviation		11.48671	3.40207	9.74204	6.80414	11.38550	8.60663
Minimum		50.00	83.33	41.67	75.00	41.67	58.33
Maximum		83.33	91.67	66.67	91.67	75.00	83.33

Based on the indicators, there were differences in the level of improvement. The indicator *for making conjectures* showed the highest increase, from an average of 62.50 in the pre-test to 90.28 in the post-test, or an increase of 27.78 points. This substantial increase reflects the effectiveness of interactive digital media, particularly in the form of graphic visualizations and dynamic animations (for example, with GeoGebra), which help students discover patterns and make logical conjectures.

For the indicator *of presenting mathematical statements*, the average score increased from 56.94 to 80.56, a 23.61-point increase. These results indicate that interactive digital media can support students in converting conceptual understanding into more structured mathematical models, such as deriving equations or modeling contextual problems.

Meanwhile, the *mathematical manipulation indicator* experienced the lowest improvement. The average pre-test score of 55.56 increased to 69.44 in the post-test, representing a 13.89 point increase. Despite the improvement, this indicator's performance was still lower than the other two indicators. This indicates that students' procedural and manipulative skills have not been fully supported by interactive digital media. Procedural errors were still found, so the mathematical manipulation aspect requires additional practice beyond interactive technology support.

Considering your research findings, which show an increase in average scores from 58.33 to 80.09 after using interactive digital media, these data align with the previous studies. For example, (Muhamad Yunus et al., 2022) found that students who used Macromedia- based digital media Flash showed significant improvements in mathematical reasoning skills compared to conventional learning. Similarly, research by Rahmawati et al., 2024, reported that interactive media had a positive effect on mathematical reasoning in the pre-test and post-test .

In addition, research using GeoGebra in discovery learning by (Fatahillah et al., 2023) supports that visual and interactive media not only increase average scores, but also show a reduction in variability between students—in line with your finding of a decrease in standard deviation from 7.17 to 5.18. Likewise, the *Enhancing Learning study Mathematical Reasoning through the Integration of Realistic Geometry with Interactive Multimedia Learning Applications* report significant effects of

interactive media in strengthening mathematical representation and reasoning. (Alim et al., 2024) , which matches the indicators in your research.

These studies together reinforce that interactive digital media have two main effects: significantly increasing students' average scores in pre-post measurements, and also making results more uniform across students — supporting that these media not only improve performance but also reduce learning variation (homogeneity of learning outcomes).

When viewed based on indicators, *proposing conjectures* experienced the largest increase, with a difference of 27.78 points. This indicates that interactive digital media is highly effective in facilitating students' initial conjecture development through dynamic visual representations. Graphic and animated visualizations allow students to observe patterns of change, form hypotheses, and test their validity more directly. This finding aligns with a study by Medina Herrera et al., 2024, which reported that spatial visualization tools support the development of mathematical conjecture or hypothesis-making skills and deeper mathematical understanding. Similarly, Rifat et al., 2021 reported that the combination of visual and algebraic representations facilitates students' development of more accurate mathematical conjectures.

International research also supports these findings. (Muzangwa & Ogbonnaya, 2022) showed that students were better able to connect symbolic functions with graphical representations after engaging in visual matching activities, making it easier for them to form patterns and conjectures. A study (Zulu & Mudaly, 2023) also showed that iconic and symbolic visualizations helped prospective mathematics teachers construct mathematical conjectures in complex problem-solving and effectively use visual representations. Furthermore, a study (Yurmalia & Jupri, 2021) found that visual imagination skills play a significant role in helping students see arithmetic patterns and propose valid hypotheses.

Thus, the results of this study are consistent with previous findings that visual representations presented through interactive digital media significantly contribute to the ability to make conjectures. Therefore, it can be asserted that this indicator is most impacted due to the nature of interactive media, which encourages exploration, pattern observation, and hypothesis formation, which are at the core of higher-order mathematical reasoning.

The indicator *for presenting mathematical statements* also showed a substantial increase, reaching 23.61 points. This indicates that interactive digital media helps students convert conceptual ideas into systematic mathematical symbols, equations, or models. Media such as GeoGebra and interactive e-modules provide space for students to test and validate their mathematical representations. (Elfariana et al., 2024) confirmed that interactive e-LKPD supports students in constructing clearer mathematical statements, while (Marsitin & Sesanti, 2023) found that mathematical literacy- based digital modules can improve the accuracy of mathematical model formulations in various contexts.

In contrast, the indicator *for performing mathematical manipulation* experienced a relatively small increase (13.89 points) compared to other indicators. Despite this increase, these results indicate that procedural skills , such as symbolic calculation or algebraic manipulation, are not fully facilitated by interactive digital media. This finding aligns with a study (Lampropoulos, 2023) which showed that game-based digital media was more effective in increasing motivation and representation, but had little effect on symbolic manipulation skills. (Jongbloed et al., 2024) and (Sawyer et al., 2022) also found that technology-based procedural simulations are indeed beneficial, but their effectiveness in strengthening manipulative skills tends to be lower than the concept visualization aspect. Thus, it can be concluded that interactive digital media is more effective in supporting the initial stages of mathematical reasoning (proposing conjectures and presenting statements) than the manipulative stage which requires more intensive procedural practice.

These findings have important implications. First, the integration of interactive digital media in mathematics learning needs to focus on strengthening higher-order reasoning skills, particularly conjectures and mathematical representations, which have been shown to be most affected. Second, the weaknesses in the mathematical manipulation aspect indicate the need for a more balanced learning design, where interactive digital media is used in conjunction with manual exercises and problem-solving-based learning strategies to strengthen procedural skills. Third, the decrease in standard deviations among students after the treatment confirms that interactive digital media can be a solution to reduce the achievement gap between students in heterogeneous classes.

4. Conclusion

The results of this study confirm that the use of interactive digital media contributes significantly to improving students' mathematical reasoning abilities. In general, the average score increased from 58.33 (medium category) in the pre-test to 80.09 (high category) in the post-test, with a decrease in the standard deviation from 7.86 to 5.67, indicating increasingly homogeneous student achievement. These findings indicate that interactive digital media is not only able to improve individual performance but also reduce the achievement gap in heterogeneous classes.

Indicator-based analysis showed that the greatest improvement occurred in the ability *to propose conjectures* (27.78 points), followed by *presenting mathematical statements* (23.61 points), while *performing mathematical manipulations* experienced the lowest improvement (13.89 points). These results reveal that interactive digital media is more effective in supporting higher-order reasoning skills based on visual and conceptual representations, compared to procedural skills that require repeated symbolic practice.

Thank You

The author would like to thank the Directorate of Research, Technology, and Community Service, Directorate General of Higher Education, Research, and Technology, Ministry of Education, Culture, Research, and Technology for providing funding support through the Beginner Lecturer Research scheme for the 2025 Fiscal Year, so that this research can be carried out properly.

Bibliography

- Alim, J. A., Oktaviani, C., & Wijaya, T. T. (2024). Enhancing Mathematical Reasoning through the Integration of Realistic Geometry with Interactive Multimedia Learning Application. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 14(3), 1533–1547. <https://doi.org/10.23960/jpp.v14.i3.2024105>
- Amalia, A., & Fathurrohman, M. (2020). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis pada Materi Turunan Fungsi aljabar berdasarkan Gaya Kognitif Siswa. *Jurnal Inovasi Dan Riset Pendidikan Matematika*, 1(3), 1–11. <http://www.jurnal.untirta.ac.id/index.php/wilangan>
- Annisa Gita Cahyani, & Setyadi, D. (2023). 10.47435/jtmt.v4i02.1984 Development of Instagram Filters in Interactive E-Books Mathematics Learning Build a Flat Side Space. *JTMT: Journal Tadris Matematika*, 4(02), 158–171. <https://doi.org/10.47435/jtmt.v4i02.1984>
- Azzahro, T. A., & Subekti, F. E. (2022). Systematic Literature Review : Efektivitas Penggunaan Media Evaluasi Digital dalam Pembelajaran Matematika. *Biormatika : Jurnal Ilmiah Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan*, 8(2), 207–213. <https://doi.org/10.35569/biormatika.v8i2.1331>
- Dollo, A. (2018). Mathematical Reasoning Analysis in Solving Limit Functions Problems of Students in Mathematics Education of Pare-pare Muhammadiyah University. *Mathematics Education Journal*, 2(1), 59. <https://doi.org/10.22219/mej.v2i1.5796>
- Elfariana, R., Aisyah, N., & Susanti, E. (2024). Development of Interactive Electronic Student Worksheets on Pythagorean Theorem Material to Support Students' Mathematical Reasoning in Junior High Schools. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 15(1), 306–318. <https://doi.org/10.15294/kvzmpe80>
- Fatahillah, A., Yafi, M. A., Monalisa, L. A., Hussen, S., & Wiharjo, E. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Matematika Materi Persamaan Lingkaran berbasis Discovery Based Learning Berbantuan Geogebra Classroom untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Proximal: Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika*, 6(2), 43–54. <https://doi.org/10.30605/proximal.v6i2.2643>
- Halim, A., & Hadi, M. S. (2023). Analisis Efektivitas Penggunaan Media Digital dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Matematika Peserta Didik Kelas VII SMP Negeri 275 Jakarta. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 3(3), 8333–8341.

- Haura Putri Fortuna, Rahma Aulia, Riska Mutia Febriyani, & Eka Rachma Kurniasih. (2024). Analisis Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas XI IPS di SMAN 8 Tambun Selatan Pada Materi Turunan. *Bilangan : Jurnal Ilmiah Matematika, Kebumihan Dan Angkasa*, 2(4), 155–165. <https://doi.org/10.62383/bilangan.v2i4.173>
- Jongbloed, J., Chaker, R., & Lavoué, E. (2024). Immersive procedural training in virtual reality: A systematic literature review. *Computers & Education*, 221, 105124. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105124>
- Lampropoulos, G. (2023). Educational benefits of digital game-based learning: K-12 teachers' perspectives and attitudes. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 3(2), 805–817. <https://doi.org/10.25082/AMLER.2023.02.008>
- Mahuda, I., Meilisa, R., & Nasrullah, A. (2021). PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MATEMATIKA BERBASIS ANDROID BERBANTUAN SMART APPS CREATOR DALAM MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(3), 1745. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v10i3.3912>
- Manik, S. A. R., Humairoh, A. P., Annisa, S., Mailani, E., & Ketaren, M. A. (2024). Peran Media Visual Dalam Meningkatkan Pemahaman Geometri Siswa Sekolah Dasar. *AR-RUMMAN: Journal of Education and Learning Evaluation*, 1(2), 759–763. <https://doi.org/10.57235/arrumman.v1i2.4425>
- Marsitin, R., & Sesanti, N. R. (2023). Developing an electronic module based on mathematical literacy to enhance students' mathematical reasoning. *Jurnal Elemen*, 9(1), 197–210. <https://doi.org/10.29408/jel.v9i1.6915>
- Medina Herrera, L. M., Juárez Ordóñez, S., & Ruiz-Loza, S. (2024). Enhancing mathematical education with spatial visualization tools. *Frontiers in Education*, 9. <https://doi.org/10.3389/educ.2024.1229126>
- Melati, E., Fayola, A. D., Hita, I. P. A. D., Saputra, A. M. A., Zamzami, Z., & Ninasari, A. (2023). Pemanfaatan Animasi sebagai Media Pembelajaran Berbasis Teknologi untuk Meningkatkan Motivasi Belajar. *Journal on Education*, 6(1), 732–741. <https://doi.org/10.31004/joe.v6i1.2988>
- Mishra, R. (2024). The Profound Nature of Derivatives and Integration: A Comprehensive Examination. *Patan Prospective Journal*, 4(01), 103–109. <https://doi.org/10.3126/ppj.v4i01.70206>
- Muhamad Yunus, Mizan Abrory, Zafrullah, Dedek Andrian, & David MacInton. (2022). The Effectiveness of Macromedia Flash Digital Media in Improving Students' Mathematics Reasoning. *Mathematics Research and Education Journal*, 6(1), 14–20. [https://doi.org/10.25299/mrej.2022.vol6\(1\).9013](https://doi.org/10.25299/mrej.2022.vol6(1).9013)
- Mulyani, S., & Siregar, R. N. (2025). Analysis of Students' Mathematical Understanding of Derivatives Algebraic Function on Islamic Boarding High School. *(JIML) JOURNAL OF INNOVATIVE MATHEMATICS LEARNING*, 8(1), 173–187. <https://doi.org/10.22460/jiml.v8i1.27159>
- Muzangwa, J., & Ogonnaya, U. I. (2022). Undergraduate Mathematics Education Students' Visual Representations of Multivariable Functions. *Edumatica : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(03), 212–221. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v12i03.15712>
- Nie, Z. (2024). The Applications of Derivative and Differential. *Science and Technology of Engineering, Chemistry and Environmental Protection*, 1(10). <https://doi.org/10.61173/sjvhcy05>
- Pandey, A. K., & Singh, S. (2021). Derivatives: A Comprehensive Study of Rate of Change. *Journal*

of Applied Science and Education (JASE), 1(1), 1–4. <https://doi.org/10.54060/JASE/001.01.005>

Rahmawati, S., H, N., & Muin, A. (2024). Development of Web-Based Digital Mathematics Modules Grade VII SMPN 1 Watansoppeng. *Inovasi Kurikulum*, 21(2), 647–660. <https://doi.org/10.17509/jik.v21i2.67846>

Rif'at, M., Sudiansyah, S., & Peterianus, S. (2021). Algebraic and Visual Representation in Solving Mathematics Problems Based on Empirical Thinking. *Al-Jabar : Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 481–499. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v12i2.23567>

Rofinus Badung, & Asdar Dollo. (2024). Pengaruh Penggunaan Aplikasi Wordwall Terhadap Hasil Belajar Matematika Siswa Kota Parepare. *Tautologi: Journal of Mathematics Education*, 2(1), 30–34. <https://doi.org/10.31850/tautologi.v2i1.1910>

Sawyer, T., Bergman, L., & White, M. L. (2022). Simulation for Procedural Skills Teaching and Learning. In *Clinical Education for the Health Professions* (pp. 1–21). Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-6106-7_92-2

Siregar, B. H., Panjaitan, A., Hasratuddin, H., Kairuddin, K., Mulyono, M., & Rahman, A. A. (2024). Digital Media Innovation Based on Multimedia Cognitive and Constructivist Theory in a Cultural Context: Encouraging Students' Higher Order Thinking Skills. *JTAM (Jurnal Teori Dan Aplikasi Matematika)*, 8(1), 269. <https://doi.org/10.31764/jtam.v8i1.16800>

Yurmalia, D., & Jupri, A. (2021). Student Visual Thinking in Solving Realistic Problems: The Case of Arithmetic Sequence. *2021 4th International Conference on Big Data and Education*, 63–68. <https://doi.org/10.1145/3451400.3451410>

Zulu, M. W., & Mudaly, V. (2023). Unveiling problem-solving strategies of pre-service mathematics teachers: A visual and discursive exploration. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(7), em2299. <https://doi.org/10.29333/ejmste/13344>

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ASDAR DOLLO S.Pd, M.Pd, M.Pd

Alamat :-

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 0419/C3/DT.05.00/2025 dan Perjanjian / Kontrak Nomor 130/C3/DT.05.00/PL/2025; 684/LL9/PG/2025; 0232/II.3.AU/F/2025 mendapatkan Anggaran Penelitian Analisis Kemampuan Penalaran Matematis Mahasiswa pada Pembelajaran Materi Turunan melalui Penggunaan Media Digital Interaktif Sebesar Rp. 25.320.000

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan Penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	RAB 100%	Realisasi
1	Bahan Pembelajaan ATK (materai, kertas, pulpen, file box, map plastik, tinta print), bahan penelitian (penghapus, spidol, tinta spidol, heker, anak heker)	Rp. 780.000	Rp. 780.000
2	Pengumpulan Data Uang harian, konsumsi, dan transfor penyusunan instrumen; Uang harian, konsumsi, dan transfor penyusunan perangkat (modul); HR pembantu peneliti; Pembantu lapangan	Rp. 12.810.000	Rp. 12.810.000
3	Analisis Data HR pengolah data, Transpor lokal dan uang harian	Rp. 4.550.000	Rp. 4.550.000
4	Sewa Peralatan Printer	Rp. 800.000	Rp. 800.000
5	Pelaporan Luaran Wajib Uang Konsumsi, uang harian rapat di luar kantor, Biaya Publikasi, dan pendaftarn HKI	Rp. 6.380.000	Rp. 6.380.000
6	Lain-lain	Rp. 0	Rp. 0
Realisasi (100 %)			Rp. 25.320.000

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan Penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Parepare, 13-12-2025, Ketua



ASDAR DOLLO S.Pd, M.Pd, M.Pd

NIP/NIPK -