

Kode>Nama Rumpun Ilmu: 772 / Pendidikan Matematika

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN DANA INTERNAL**

Skim Pemula



**TRANSFORMASI PEMBELAJARAN MATEMATIKA: RANCANGAN BAHAN AJAR
BERBASIS PROYEK DENGAN GEOGEBRA UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN VISUAL MAHASISWA**

TIM PENGUSUL

Ketua:

YUSRI WAHYUNI, S.Pd., M.Pd. (NIDN: 1010018502)

Anggota:

FAUZIAH, S.PdI., M.Pd. (NIDN: 1008038701)

Dra. NINIWATI, M.Pd. (NIDN: 0006076313)

Anggota Mahasiswa :

MUTHIA KHAIRIAH (2210013211005)

FRISKA MURNI KASIH LAOLI (2110013211004)

Dibiayai oleh :

**Dana Anggaran Pengembangan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat
(LPPM) Universitas Bung Hatta, Program Peningkatan Penelitian, sesuai dengan Mata
Anggaran Nomor : 705.1.001.01.001 dengan Lembar Kerja Nomor : 04.02.13.03.2024
tanggal 30 Januari 2024**

**UNIVERSITAS BUNG HATTA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PRODI PENDIDIKAN MATEMATIKA
PADANG
OKTOBER, 2024**

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Matematika sebagai salah satu mata pelajaran yang merupakan ilmu dasar (*basic science*) mempunyai peran yang penting dan bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi [1]. Salah satu cabang dari ilmu matematika adalah geometri. Menurut Suherman, berdasarkan teori Van Hiele terdapat 5 tahap belajar dalam geometri, yaitu tahap pengenalan (visualisasi), tahap analisis, tahap pengurutan, tahap deduksi dan tahap akurasi [2]. Kemampuan visualisasi merupakan kemampuan paling dasar, sehingga kemampuan pemahaman konsep akan dipengaruhi oleh kemampuan visualisasi dan ini merupakan hubungan sebab akibat, artinya kemampuan visualisasi yang tinggi akan menyebabkan pemahaman konsep yang tinggi atau sebaliknya.

Namun kenyataannya kemampuan representasi visual thinking mahasiswa masih rendah. Ini bisa dilihat dari observasi yang dilakukan peneliti selama proses pembelajaran. Hal ini juga ditemukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Novrini (2015), Yunita (2020), sholihah (2020)[3][4][5].

Untuk meningkatkan kemampuan visual thinking mahasiswa, dapat menggunakan software Geogebra. Geogebra adalah salah satu software komputer yang dibuat atau dirancang untuk keperluan di bidang matematika antara lain geometri dan aljabar [6]. Geogebra sudah banyak dikenal di kalangan anak sekolah dan mahasiswa perguruan tinggi sebagai alat untuk dapat membantu mahasiswa memecahkan masalah dan juga mendorong untuk memunculkan ide saat melakukan berbagai eksperimen.

Menurut Saputro, Prayito, & Nursyahidah Geogebra membantu siswa dalam meningkatkan proses eksperimen yang berorientasi masalah, dan penemuan pada konsep konsep matematika [6]. Dengan demikian menurut Lavisza, Geogebra dapat mendorong proses penemuan dan eksperimentasi dalam belajar matematika [7].

Model *Project Based Learning* (PjBL) merupakan sebuah model pembelajaran yang inovatif, yang menekankan belajar kontekstual melalui kegiatan-kegiatan yang kompleks [8][9], dan berfokus pada kreatifitas berfikir, pemecahan masalah, dan interaksi antar siswa untuk menciptakan dan menggunakan pengetahuan baru [10][11]. Model ini diharapkan dapat membuat mahasiswa menjadi produktif, aktif dan kreatif, mampu mengkonstruksi pengetahuan, dan dapat menciptakan situasi dalam kinerja kelompok.

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan, maka, penelitian ini sangat penting untuk dilakukan agar mahasiswa mampu memahami konsep-konsep matematika dengan

menvisualisasikan secara langsung objek matematika melalui proyek yang dilakukan untuk mengkonstruksi pengetahuannya dan tujuan dari pembelajaran dapat tercapai.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menghasilkan Bahan Ajar berbasis Proyek menggunakan Geogebra yang valid dan praktis.
2. Mendeskripsikan keefektifan Bahan Ajar berbasis Proyek menggunakan Geogebra untuk meningkatkan kemampuan visual mahasiswa.

C. Urgensi Penelitian

Hambatan dalam pembelajaran geometri adalah guru dihadapkan materi yang membutuhkan daya visualisasi yang tinggi dari peserta didik [12]. Lemahnya kemampuan Visual Thinking akan menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah matematis, karena itu peningkatan kemampuan Visual Thinking sangat penting untuk membantu peserta didik dalam menyelesaikan masalah matematis.

Permasalahan dalam pembelajaran matematika ini menuntut kreativitas dosen untuk mengembangkan pembelajarannya, baik dalam hal metode maupun media yang digunakan. Salah satu bentuk inovasi dari cara berpikir kreatif dosen adalah dengan menggunakan model pembelajaran yang dapat melibatkan mahasiswa untuk mengkonstruksi pengetahuannya dengan memanfaatkan teknologi. Salah satu model pembelajaran yang dapat meningkatkan kreatifitas mahasiswa adalah model *project based learning* [13]. Penerapan model pembelajaran *project based learning* dapat meningkatkan prestasi belajar dan kreativitas siswa, karena siswa aktif terlibat dalam proses pembelajaran melalui kerja proyek, sehingga memungkinkan siswa menguasai suatu konsep, memecahkan suatu masalah melalui penyelesaian proyek dan memberi kesempatan berpikir kritis dan kreatif [14].

Aplikasi GeoGebra dapat digunakan untuk menyelesaikan proyek matematika, karena mahasiswa bisa mengeksplor berbagai konsep matematika. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk dilakukan agar mahasiswa mampu memahami konsep-konsep matematika dengan menvisualisasikan secara langsung objek matematika dan tujuan dari pembelajaran dapat tercapai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada saat ini pembelajaran menerapkan prinsip pembelajaran modern. Model pembelajaran modern (Charismiadji, 2020) sudah diatur dalam Permendikbud no. 22 tahun 2016 tentang Standar Proses dengan prinsip yang menjadikan guru sebagai fasilitator pembelajaran yang mampu membelajarkan siswa. Guru bukanlah satu-satunya sumber belajar, tetapi guru hendaklah mampu menjadi lingkungan sekitar siswa sebagai sumber belajar, pembelajaran kontekstual. Guru dituntut untuk mampu mengembangkan segala potensi yang ada dalam diri siswa, memperhatikan keberagaman siswa. Selain itu guru dituntut mampu memanfaatkan teknologi dalam pembelajarannya [15].

Pembelajaran berbasis proyek adalah pembelajaran otentik yang melibatkan peran aktif siswa [16][17]. Pembelajaran ini merupakan variasi dari pembelajaran berpusat pada siswa. Pembelajaran berbasis proyek merupakan kegiatan belajar mengajar yang melibatkan peserta didik dalam memecahkan masalah, mengumpulkan jawaban, mengintegrasikan jawaban dan menghasilkan sebuah proyek [18]. Berbagai masalah atau pertanyaan dirancang oleh guru agar peserta didik melakukan investigasi dan memahaminya [19]. Sedangkan Made Wena menyatakan bahwa model Project Based Learning adalah model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada pendidik untuk mengelola pembelajaran dikelas dengan melibatkan kerja proyek [20].

Secara umum pembelajaran berbasis proyek menempuh tiga tahap yaitu perencanaan proyek, pelaksanaan proyek, dan evaluasi proyek. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, bahwa pembelajaran berbasis proyek dapat meningkatkan hasil belajar mahasiswa, juga meningkatkan aktivitas belajar, lebih termotivasi belajar, dan kerja sama diantara mahasiswa lebih tinggi [21]. Pengembangan pembelajaran berbasis PjBL meningkatkan aktivitas belajar, meningkatkan kualitas dan proses pembelajaran, dan juga dapat memperkaya kreativitas mahasiswa [22].

Proyek yang dikerjakan oleh mahasiswa dapat memanfaatkan teknologi yang sedang berkembang, untuk mendukung pengembangan kemampuan mahasiswa dalam menghadapi abad 21. Salah satu program komputer yang dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran matematika adalah program *GeoGebra*. Menurut Saputro, Prayito, & Nursyahidah *Geogebra* membantu siswa dalam meningkatkan proses eksperimen yang berorientasi masalah, dan penemuan pada konsep-konsep matematika [6]. Dengan demikian *Geogebra* dapat mendorong proses penemuan dan eksperimentasi dalam belajar matematika [23].

Hasil penelitian yang dilakukan Emaikwu, Lji & Abarimenunjukkan bahwa penggunaan *GeoGebra* membantu siswa membangun pengetahuan baru dan

menghubungkannya dengan pengetahuan sebelumnya, yang cukup konsisten dengan pendekatan pembelajaran yang konstruktif [24]. Sementara hasil penelitian yang dilakukan oleh Kllogjeri P & Shyti B yang menyimpulkan bahwa GeoGebra mendorong siswa untuk berbagi pengetahuan dan kreativitas mereka dalam matematika [25]. Selain itu, siswa dari semua tingkat pengetahuan dapat mendorong Matematika dengan menggunakan GeoGebra [26]. Dengan tampilan yang variatif dan menarik, GeoGebra dapat mempermudah dalam memanipulasi berbagai objek geometri sehingga dapat meningkatkan minat siswa dalam pembelajaran geometri [27].

Saha, Ayub dan Tarmizi melakukan penelitian yang bertujuan mengidentifikasi dampak dari penggunaan GeoGebra pada pengajaran geometri koordinat pada sekelompok siswa sekolah menengah. Hasilnya menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik antara rata-rata posttest dari kedua kelompok dalam yang menggunakan Kelompok GeoGebra [28]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Arbain & Shukor menunjukkan bahwa perangkat lunak GeoGebra memiliki dampak positif pada prestasi siswa.

Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh Caligaris, et all diperoleh hasil bahwa pembelajaran matematika dengan geogebra sangat efektif digunakan dari pada pembelajaran biasa, dan kemampuan pemahaman konsep kalkulus siswa menjadi lebih baik [29]. Sedangkan Takaci, et all mendapatkan kesimpulan dari hasil penelitiannya bahwa prestasi belajar siswa dalam memeriksa fungsi dan menggambar grafik lebih baik saat mereka menggunakan GeoGebra, dan GeoGebra dapat menciptakan lingkungan belajar yang efektif untuk belajar matematika [30]

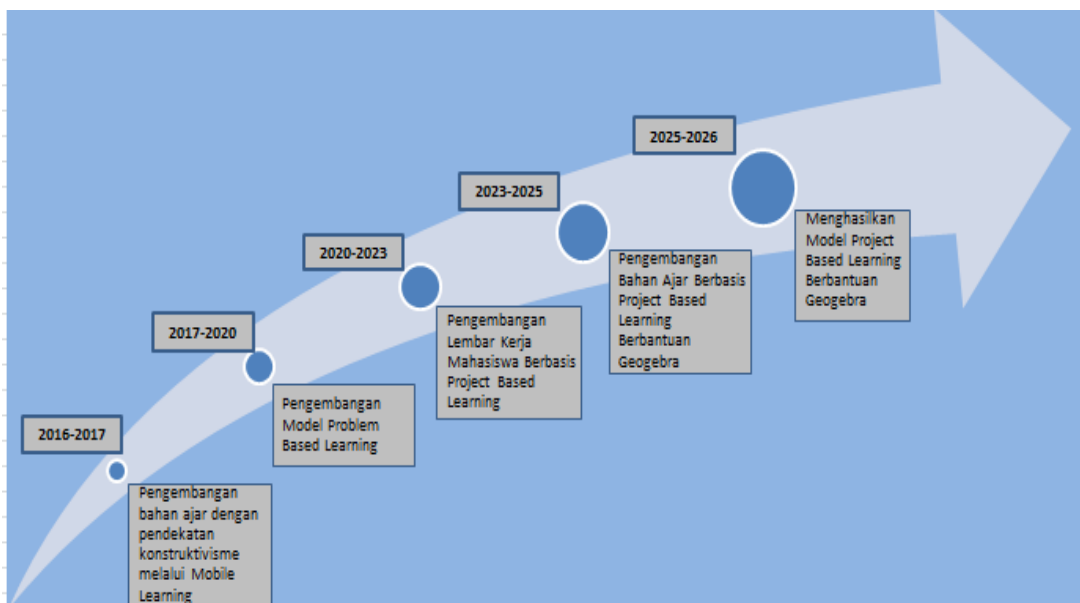
Hasil penelitian yang pernah menerapkan media geogebra dilakukan oleh Asngari yang menyarankan bahwa program *GeoGebra* dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran matematika untuk mendemonstrasikan atau memvisualisasikan konsep-konsep matematis serta sebagai alat bantu untuk mengkonstruksi konsep-konsep matematis [31]. Selain itu, penelitian lain juga pernah dilakukan oleh Yunita dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya peningkatan kemampuan visual thinking siswa menggunakan perangkat pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan pada materi persamaan dan pertidaksamaan linear satu variable.

Surya mendefinisikan Visual Thinking dapat didefinisikan sebagai sesuatu pemikiran yang aktif dan proses analitis untuk memahami, menafsirkan dan memproduksi pesan visual, interaksi antara melihat, membayangkan, dan menggambarkan sebagai tujuan dapat digunakan [32]. Representasi visual menjadi bagian yang penting dalam menyelesaikan masalah matematik. Lavy menyampaikan pentingnya visualisasi dalam memecahkan masalah matematika [33].

“Visualization has an important role in thinking development, mathematical comprehension, and the transition thinking of concrete to abstract thinking related to mathematical problem solving”.

Visualisasi memiliki peran penting dalam pengembangan berpikir, pemahaman matematika, dan transisi pemikiran untuk pemikiran abstrak yang berkaitan dengan pemecahan masalah matematika. Dalam pembelajaran matematika dibutuhkan kemampuan untuk berfikir visual (visual thinking). Berpikir visual (Visual Thinking) dapat menjadi salah satu alternatif untuk mempermudah siswa dalam mempelajari matematika. Hal ini sejalan dengan apa yang dikemukakan oleh Surya yang menyatakan bahwa siswa biasanya mengalami kesulitan menjembatani pengetahuan informal ke matematika sekolah [34]. Siswa perlu bimbingan dan bantuan khusus pada bentuk representasi pemikiran visual (Visual Thinking) dari apa yang mereka maksud atau mereka pikirkan sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk struktur ide, ide tersebut bisa sebagai angka, simbol, gambar, diagram, penjelasan model, lukisan yang dapat membantu siswa dalam proses belajar dan menyelesaikan permasalahan matematika mereka.

Visual Thinking adalah suatu pemikiran yang aktif dan proses analitis untuk memahami, menafsirkan dan memproduksi pesan visual, interaksi antara melihat, membayangkan, dan menggambarkan sebagai tujuan dan dapat digunakan, seperti berpikir verbal [32]. Untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan visualisasi (visual thinking), guru harus terlebih dahulu memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi pilihan siswa dalam metode pemecahan masalah dari proses dan peran yang digunakan siswa dalam visualisasi pemecahan masalah matematika.



Gambar 1 Road Map Penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis R&D (*research and development*). Penelitian ini mengembangkan dan menghasilkan produk baru berupa Bahan Ajar yang dapat meningkatkan kemampuan visual mahasiswa.

Berikut penjelasan dari tahap pengembangan ADDIE yang akan dilakukan :

1. *Analysis* (Analisis)

Tahap analisis merupakan tahap menganalisis perlunya pengembangan produk dan menganalisis kelayakan dan syarat-syarat pengembangan. Tahapan analisis yang dilakukan mencakup tiga hal yaitu:

a. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan dengan terlebih dahulu menganalisis keadaan materi ajar sebagai informasi utama dalam pembelajaran serta ketersediaan sumber belajar yang mendukung terlaksananya suatu pembelajaran,

b. Analisis Kurikulum

Pada analisis kurikulum dilakukan dengan memperbaiki karakteristik kurikulum yang sedang digunakan. Hal ini dilakukan agar pengembangan yang dilakukan sesuai dengan tuntutan kurikulum yang berlaku. Kemudian peneliti mengkaji CPL dan CPMK untuk merumuskan indikator-indikator pencapaian pembelajaran.

c. Analisis Karakter Peserta Didik

Analisis ini dilakukan untuk melihat sikap peserta didik terhadap pembelajaran matematika. Hal ini dilakukan agar pengembangan yang dilakukan sesuai dengan karakter peserta didik.

2. *Design* (Perancangan)

Tahap kedua dari model ADDIE adalah tahap *design* atau perancangan. Pada tahap ini mulai dirancang produk bahan ajar yang akan dikembangkan sesuai dengan hasil analisis yang dilakukan sebelumnya. Pada tahap ini, peneliti juga menyusun instrument yang akan digunakan untuk menilai produk yang dikembangkan.

3. *Development* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan tahap realisasi produk. Pada tahap ini dilakukan validasi produk oleh ahli. Validasi dilakukan hingga pada akhirnya produk dinyatakan layak untuk diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran.

4. *Implementation* (Implementasi)

Implementasi (Uji coba) dilakukan secara terbatas pada mahasiswa pendidikan matematika Universitas Bung Hatta yang ditunjuk sebagai tempat penelitian. Peneliti sebagai dosen matematika melakukan pembelajaran berdasarkan produk yang sudah dikembangkan. Peneliti lainnya bertugas sebagai observer dan mencatat segala sesuatu pada lembar observasi yang dapat digunakan sebagai perbaikan dari produk. Setelah proses pembelajaran selesai, peserta didik melakukan tes dengan menggunakan soal yang sudah disediakan. Soal tersebut telah disusun berdasarkan indikator ketercapaian kompetensi untuk melihat tingkat keefektifan penggunaan produk yang dikembangkan.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Pada tahap ini, peneliti melakukan revisi terhadap produk yang dikembangkan berdasarkan masukan yang didapat dari angket respon atau catatan lapangan pada lembar observasi. Hal ini bertujuan agar produk yang dikembangkan benar-benar sesuai dan dapat digunakan oleh perguruan tinggi yang lebih luas lagi.

B. Subjek Penelitian

Subjek penelitian adalah mahasiswa program studi pendidikan matematika Universitas Bung Hatta Padang yang telah mengambil mata kuliah geometri sebanyak 19 orang.

C. Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Angket yang disusun dalam penelitian ini adalah angket validasi bahan ajar. Angket validasi bahan ajar digunakan untuk menghimpun data kelayakan bahan ajar hasil pengembangan. Angket diperuntukkan untuk ahli materi dan ahli media. Instrumen dikembangkan berdasarkan indikator-indikator kualitas bahan ajar.
- b. Lembar observasi yang disusun dalam penelitian ini adalah lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Instrumen tersebut digunakan untuk mengetahui tingkat keterlaksanaan proses pembelajaran dengan bahan ajar berbasis proyek.
- c. Tes kemampuan visual digunakan untuk mengetahui pengaruh bahan ajar berbasis proyek terhadap kemampuan visualisasi mahasiswa. Tes diberikan dua kali yaitu sebelum proses pembelajaran (pretes) dan setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai (postes). Soal tes yang digunakan berbentuk uraian.

D. Teknik Analisis Data

Data angket validasi lembar kerja mahasiswa berupa skor tanggapan validator yang diperoleh dari setiap aspek ditabulasi, dan dihitung skor rata-ratanya. Data yang mula-mula berupa skor diubah menjadi data interval dengan skala empat.

Tabel 2. Konversi skor aktual menjadi nilai skala empat

No	Interval Skor	Nilai	Kategori
1	$Mi + 1,5 Sdi \leq \bar{M} \leq Mi + 3,0 Sdi$	A	Sangat Baik
2	$Mi + 0 Sdi \leq \bar{M} < Mi + 1,5 Sdi$	B	Baik
3	$Mi - 1,5 Sdi \leq \bar{M} < Mi + 0 Sdi$	C	Cukup
4	$Mi - 3 Sdi \leq \bar{M} < Mi - 1,5 Sdi$	D	Kurang

Keterangan:

Mi = mean ideal

Sdi = standar deviasi ideal

Pada observasi keterlaksanaan pembelajaran, *observer* memberikan tanda (√) jika komponen muncul atau tampak pada pembelajaran dan tanda (-) untuk komponen yang tidak muncul atau tidak tampak pada saat kegiatan pembelajaran berlangsung. Data hasil observasi kemudian ditabulasi untuk setiap pertemuan dan dihitung persentasi keterlaksanaannya. Kemudian, disimpulkan hasil keterlaksanaan pembelajaran berbasis proyek.

Data hasil tes kemampuan visualisasi digunakan untuk mengetahui pengaruh produk yang dihasilkan. Untuk mengetahui tingkat kenaikan kemampuan visual mahasiswa digunakan teknik analisis *gain score*. Hake (1998) menyatakan bahwa *gain score* dapat dihitung dengan rumus:

$$g = \frac{\text{skor postes} - \text{pretes}}{\text{skor maksimal} - \text{skor pretes}}$$

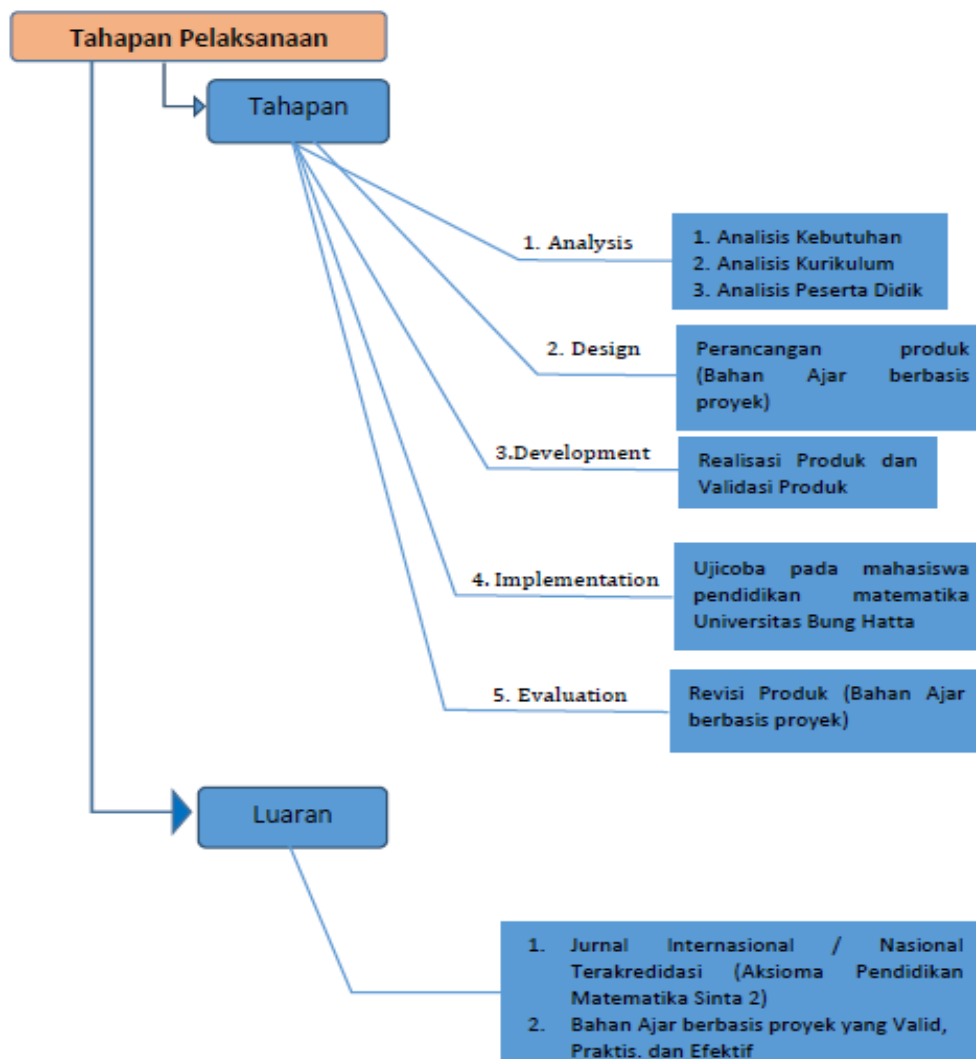
Ada tiga kategori hasil analisis *gain score*, yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Kategori nilai *gain score*

No	Nilai	Kategori
1	$g \geq 0,7$	Tinggi
2	$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
3	$g < 0,3$	Rendah

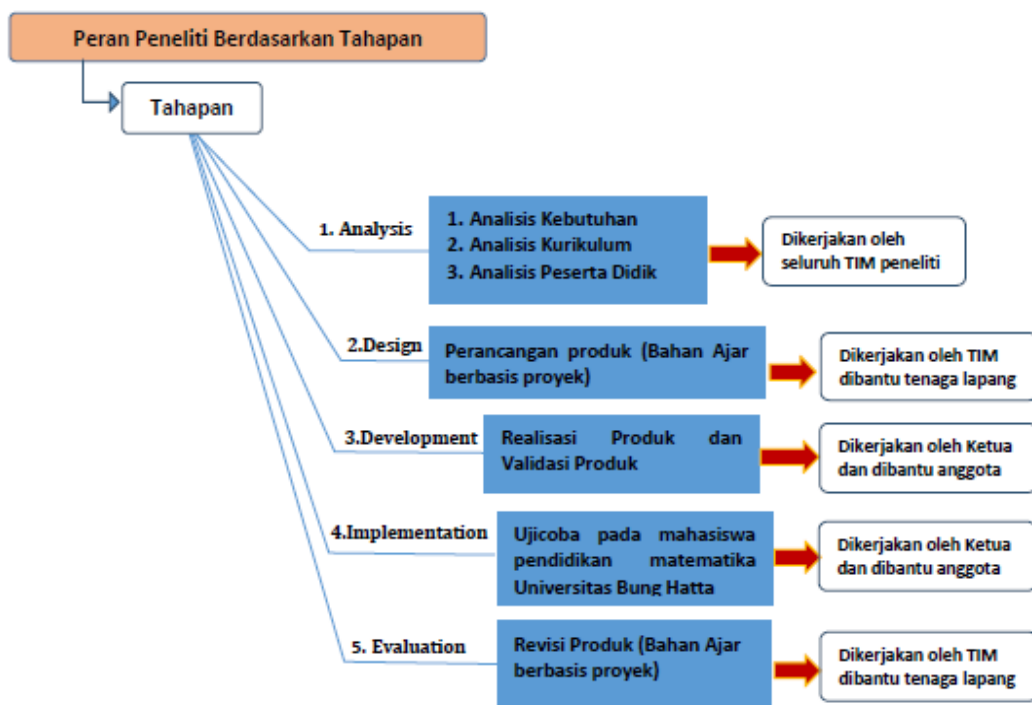
Data nilai pretes dan postes kemampuan berpikir kreatif digunakan untuk uji hipotesis menggunakan statistik uji-t. Sebelum dilakukan uji-t, terlebih dahulu harus dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan statistik uji Kolmogorov-Smirnov (*Kolmogorov-Smirnov Test*) melalui program SPSS 16.0. Data

dikatakan berdistribusi normal pada taraf signifikansi 5% apabila harga probabilitas perhitungan lebih besar daripada 0,05.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir tahapan penelitian berdasarkan pada peran tim peneliti



Gambar 3 Diagram Alir Peran Peneliti Berdasarkan Tahapan Penelitian

JADWAL

No	Nama Kegiatan	Bulan							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Membuat rancangan pembelajaran	√							
2	Pembuatan produk penelitian		√	√					
3	Validasi produk penelitian			√					
4	Implementasi Produk			√	√				
5	Melaksanakan Tes akhir					√			
6	Tabulasi data dan analisis data						√	√	
7	Penyusunan laporan kemajuan					√			
8	Submit pada Jurnal Aksioma							√	
9	Penyusunan laporan akhir 100%								√

BAB IV

HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

A. Hasil Penelitian

Penelitian Tahap pertama : *Analysis* (Analisis).

Kegiatan yang dilakukan dalam tahap ini adalah analisis kebutuhan, analisis kurikulum, dan analisis karakter peserta didik.

Hasil penelitian pada tahap *Analysis* (Analisis) adalah :

1. Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan bertujuan memunculkan dan menetapkan masalah dasar dalam penelitian matematika sehingga perlu dikembangkan bahan ajar berbasis Proyek dengan pemanfaatan geogebra. Berdasarkan hasil observasi dan pengalaman dari peneliti sebagai dosen, terungkap bahwa mahasiswa memerlukan bahan ajar yang bisa membuat mahasiswa aktif dalam pembelajaran. Bahan ajar yang diharapkan adalah yang mampu membuat mahasiswa mengkonstruksi sendiri pengetahuannya dengan aktivitas-aktivitas yang dilakukan secara individual/berkelompok, sehingga bisa membuat mahasiswa memvisualisasi objek-objek matematika dengan baik. Beberapa inovasi dalam pembelajaran yang memanfaatkan teknologi juga sangat dibutuhkan agar pembelajaran tidak membosankan bagi mahasiswa, dan juga mahasiswa mampu mengaplikasikan sendiri materi yang disampaikan dengan memanfaatkan software-software yang ada.

Masih rendahnya perhatian mahasiswa dalam mengikuti proses pembelajaran matematika serta kesulitan mahasiswa dalam memahami materi pembelajaran menjadi kendala yang dihadapi dosen dalam mencapai tujuan pembelajaran. Oleh karena itu, perlu dikembangkan bahan ajar yang sesuai dengan karakteristik mahasiswa. Sumber belajar yang selama ini digunakan oleh mahasiswa untuk belajar adalah buku-buku yang ada di perpustakaan dan juga hasil download dari internet. Kebanyakan dari mahasiswa tidak memiliki sumber belajar tersebut, dan mereka hanya menunggu dan sekedar menerima apa yang disampaikan oleh dosen di kelas. Oleh karena itu, sangat dibutuhkan bahan ajar yang dibuat sendiri oleh dosen dan sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik dari mahasiswa sebagai upaya memotivasi mahasiswa untuk belajar.

2. Analisis Kurikulum

Kurikulum yang dijadikan acuan adalah kurikulum yang berlaku saat ini, yaitu kurikulum merdeka belajar-kampus merdeka. Menurut buku panduan kurikulum Dikti

dinyatakan bahwa kurikulum adalah seperangkat rencana dan pengaturan mengenai tujuan, isi, dan bahan pelajaran serta cara yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan kegiatan pembelajaran untuk mencapai tujuan Pendidikan Tinggi (Permendikbud No. 3 tahun 2020 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi). Kurikulum disusun berdasarkan *Outcome Based Education (OBE)* yang memuat profil lulusan, rumusan Capaian Pembelajaran Lulusan (CPL), penetapan bahan kajian hingga pembentukan mata kuliah. Penyusunan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) berdasarkan Permenristekdikti nomor 3 tahun 2020 tentang SNPT, Rencana Pembelajaran Semester (RPS) atau istilah lain paling sedikit memuat: a) nama program studi, nama dan kode mata kuliah, semester, satuan kredit semester, nama dosen pengampu, b) capaian pembelajaran lulusan yang dibebankan pada mata kuliah, c) kemampuan akhir yang direncanakan pada tiap tahap pembelajaran untuk memenuhi capaian pembelajaran lulusan, d) bahan kajian yang terkait dengan kemampuan yang akan dicapai, e) metode pembelajaran, f) waktu yang disediakan untuk mencapai kemampuan pada tiap tahap pembelajaran, g) pengalaman belajar mahasiswa yang diwujudkan dalam deskripsi tugas yang harus dikerjakan oleh mahasiswa selama satu semester, h) kriteria, indikator, dan bobot penilaian dan i) daftar referensi yang digunakan.

Analisis terhadap CPL berikut turunannya yaitu CPMK dan Sub-CPMK pada mata kuliah Geometri hampir serupa untuk program studi Pendidikan Matematika karena difasilitasi oleh organisasi IndoMS, khususnya mata kuliah-mata kuliah inti. CPL sudah memuat 3 (tiga) aspek yaitu aspek sikap, pengetahuan dan keterampilan dan ini tertuang dalam mata kuliah Geometri. Namun terdapat perbedaan pada keterampilan tertentu yang ingin dicapai oleh prodi sejenis. Jika di Pendidikan Matematika universitas Bung Hatta lebih menekankan pada aspek keterampilan penggunaan *Geogebra* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif.

Hasil analisis terhadap kurikulum untuk mata kuliah Geometri dalam beberapa aspek dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisis Kurikulum pada Mata Kuliah Geometri

No	Komponen Kurikulum	Catatan/Hasil Analisis
1	Capaian Pembelajaran pada Mata Kuliah Geometri	Ada 3 (tiga) CPL yang dibebankan pada mata kuliah Geometri, yaitu; 1) menunjukkan sikap bertanggungjawab atas pekerjaan di bidang keahliannya secara mandiri (sikap), 2) menguasai konsep teoretis matematika yang diperlukan untuk melaksanakan pembelajaran di satuan pendidikan dasar dan menengah serta untuk studi lanjut (Pengetahuan), 3) mampu menggunakan teknologi informasi (IT) agar

No	Komponen Kurikulum	Catatan/Hasil Analisis
		proses kerja dalam bidang keilmuan lebih efektif dan efisien (keterampilan).
2	Konten mata kuliah Geometri	Bangun Ruang Sisi Datar, Bangun Ruang Sisi Lengkung
3	Metode dan media	<i>Project based learning</i> , Ceramah, dan <i>Geogebra</i>
4	Evaluasi pembelajaran Geometri (tes dan non tes).	Tes essay: Test kemampuan awal, Tes kemampuan berpikir kreatif

3. Analisis Karakter Peserta Didik

Sumber belajar yang digunakan dosen sangat menentukan keberhasilan dari mahasiswa nya dalam mencapai tujuan pembelajaran. Salah satunya adalah bahan ajar yang dibuat sendiri oleh dosen dengan memperhatikan karakteristik dari mahasiswa tersebut. Dengan demikian, mahasiswa akan merasa nyaman dengan suasana pembelajaran, dengan bahan yang digunakan dalam proses pembelajaran. Karena setiap mahasiswa memiliki kemampuan yang berbeda-beda. Tidak semua mahasiswa mampu memahami buku-buku pelajaran yang ada di perpustakaan ataupun bahan pelajaran yang di download di internet. yang mana sumber belajar tersebut berlaku umum untuk semua mahasiswa. Sedangkan bahan ajar yang dibuat sendiri oleh dosen, dapat mempertimbangkan dan menyesuaikan dengan kemampuan yang dimiliki oleh mahasiswa. Karena itu sangat penting bahan ajar yang dirancang sendiri oleh dosen digunakan dalam pembelajaran. Dan dosen juga dapat merancang dan mengarahkan bahan ajar tersebut sesuai dengan tuntutan kurikulum yang digunakan, dan menggunakan teknologi yang sedang berkembang pesat saat ini.

Penelitian Tahap Kedua : Design (Perancangan)

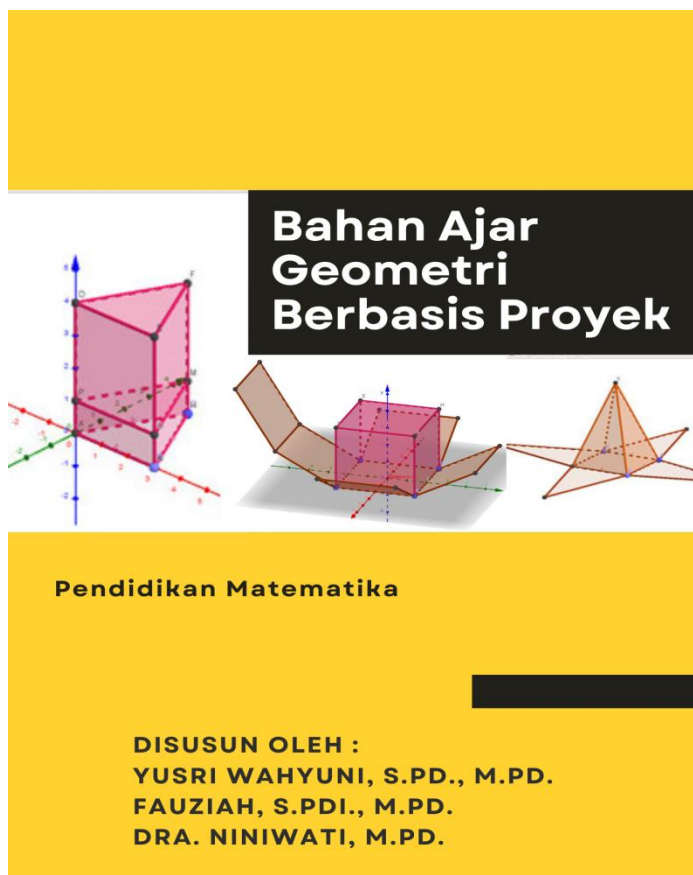
Dalam konteks pengembangan bahan ajar, pada tahap ini peneliti telah membuat prototipe (rancangan produk awal) / draft I dari bahan ajar berbasis proyek yang sesuai dengan kerangka isi hasil analisis kurikulum yang disesuaikan dengan penggunaan aplikasi geogebra dalam kegiatan pembelajaran mahasiswa.

Sebelum produk draft I yang berupa bahan ajar berbasis proyek tersebut dilanjutkan ke tahap selanjutnya, maka draft I tersebut divalidasi oleh 2 orang validator. Validasi yang digunakan adalah validasi isi. Keedua validator yang menvalidasi produk bahan ajar berbasis proyek tersebut adalah dua orang dosen di Prodi Pendidikan Matematika, FKIP Universitas Bung Hatta.

Materi yang dikembangkan pada bahan ajar berbasis proyek menggunakan aplikasi geogebra, sehingga mahasiswa lebih aktif menggunakan ide yang mereka miliki dengan mengaitkan memanfaatkan teknologi.

Bentuk desain bahan ajar berbasis proyek pada matakuliah geometri adalah :

a. Desain Cover Bahan Ajar



b. Desain isi Bahan Ajar

Bahan ajar berbasis proyek di desain dengan menggunakan aplikasi geogebra.

**BAB I
PENGENALAN GEOGEBRA**


A. SEKILAS TENTANG GEOGEBRA

GeoGebra adalah kependekan dari kata *Geometry and Algebra*. Berdasarkan namanya, GeoGebra merupakan software matematika yang dikhususkan untuk masalah-masalah geometri dan aljabar. GeoGebra dibuat pada tahun 2001 oleh Markus Hohenwarter ketika menyelesaikan tesis pada program master di University of Salzburg, Austria. Markus Hohenwarter merancang GeoGebra dengan tujuan untuk pendidikan. Oleh karena itu GeoGebra dapat membantu para guru dan siswa untuk melakukan eksperimen, orientasi masalah dan penelitian bidang geometri baik di rumah maupun di sekolah. Saat ini, GeoGebra digunakan mulai dari pelajar tingkat sekolah dasar sampai perguruan tinggi.

GeoGebra memiliki beragam fitur yang dapat digunakan untuk mengkonstruksi gambar geometri. Fitur tersebut antara lain: titik, garis, kurva lengkung, perpotongan dua garis, garis tegak lurus, membuat bidang dan masih banyak lagi. Selain fitur-fitur geometri, GeoGebra juga memiliki kemampuan aljabar untuk menyelesaikan masalah yang berhubungan dengan fungsi tertentu. Visualisasi objek geometri dan grafik fungsi disajikan dengan baik oleh GeoGebra. Objek yang divisualisasi oleh GeoGebra tidak terbatas pada objek dua dimensi saja. GeoGebra juga dapat memvisualisasi objek tiga dimensi. GeoGebra merupakan software matematika yang bersifat *OpenSource*. Untuk mendapatkan software GeoGebra Anda dapat mengunduhnya secara gratis melalui laman www.geogebra.org. Saat ini GeoGebra dapat digunakan Sistem Operasi Windows, Linux, Android, Tablet, MacOS, dan Ipad. Agar GeoGebra dapat beroperasi dengan baik di komputer Anda, pastikan bahwa komputer telah terinstal Java Runtime Environment.

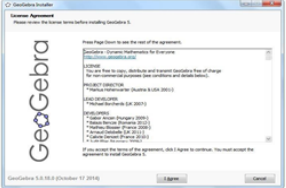
Langkah-langkah instalasi GeoGebra adalah sebagai berikut:

1. Download installer GeoGebra 5.0.18.0 melalui laman <https://www.geogebra.org/download>
2. Klik dua kali file installer, akan muncul gambar berikut:



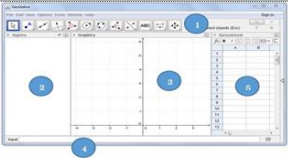
Gambar 1 Halaman Setup GeoGebra

3. klik tombol **next**, dan muncul kotak dialog *license agreement* seperti berikut, klik tombol **Agree**.



Gambar 2 Halaman License Agreement saat Instal

4. Setelah tombol **Agree** diklik, muncul pilihan *setup type*, pilih **standard**, kemudian klik tombol **Install**.



Gambar 8 Lembar Kerja GeoGebra


Keterangan.

1. *Toolbar*
2. *Algebra View*
3. *Graphics View*
4. *Input Bar*
5. *Spreadsheet View* (secara default tidak ditampilkan)


**BAB II
BANGUN RUANG SISI DATAR**

A. PENGANTAR


Bangun ruang sisi datar adalah bentuk tiga dimensi yang permukaannya terdiri dari sisi-sisi datar. Perhatikan gambar berikut:




Gambar 9 Rubik
Sumber:
<https://www.shutterstock.com/id/vektur/termasuk/3d-rubik>



Gambar 11 Piramida
Sumber:
<https://dangkab.go.id/kominfo.com/2018/07/05/14-piramida-ke-5-dan-bentuk-ruang-datar-dibangun-diram>

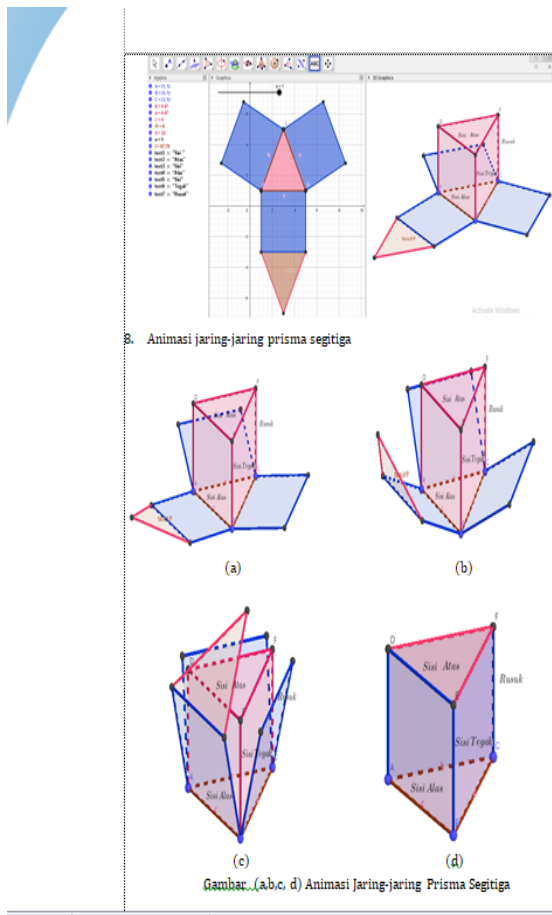


Gambar 10 Aquarium
Sumber:
<https://www.dekoruma.com/artikel/27316/cara-membuat-aquarium>



Gambar 12 Tenda
Sumber:
<https://www.indorain.com/tenda/latihan/tenda-pramuka-4338155.aspx>

• Bangun ruang apakah yang terdapat pada gambar?
• Definisikan masing-masing benda pada gambar dan identifikasi unsur-unsur dari gambar tersebut



- Apa yang dapat anda simpulkan dari jaring-jaring prisma yang telah terbentuk?
- Hitunglah luas tiap bangun datar yang terdapat pada jaring-jaring tersebut!
- Dengan menghitung luas dari masing-masing bangun datar pada jaring-jaring tersebut, bagaimana rumus luas permukaan prisma?

Dari eksplorasi tersebut, diperoleh luas permukaan prisma segitiga.

Luas permukaan = Luas ABC + luas DEF + Luas ABDE + luas BCEF + luas

ACDF

$$= 2 \times \text{luas alas} + (AB \times t) + (BC \times t) + (AC \times t)$$

$$= 2 \times \text{luas alas} + (AB + BC + AC) \times t$$

$$= 2 \times \text{luas alas} + (\text{keliling alas}) \times t$$

$$\text{Luas Permukaan Prisma} = 2 \times \text{luas alas} + (\text{keliling alas}) \times t$$

Dengan cara yang sama, lanjutkan menentukan luas permukaan prisma segi empat, segilima, sampai segi-n

Contoh 1:

Sebuah prisma alasnya berbentuk segitiga siku-siku. Jika panjang sisinya 6 cm, 8 cm, dan 10 cm, serta tinggi prisma tersebut adalah 15 cm, maka berapakan luas permukaan prisma tersebut?

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 L &= (2 \times \text{luas segitiga}) + (\text{keliling alas} \times \text{tinggi prisma}) \\
 &= (2 \times \frac{1}{2} \times 6 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}) + [(6 \text{ cm} + 8 \text{ cm} + 10 \text{ cm}) \times 15 \text{ cm}] \\
 &= 48 \text{ cm}^2 + 360 \text{ cm}^2 \\
 &= 408 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Melakukan pretest dan postest

Postest dilakukan setelah dilaksanakan pembelajaran dengan menggunakan geogebra sebanyak 5 kali pertemuan. Postest ini dilaksanakan untuk menganalisis kemampuan visual mahasiswa setelah pembelajaran berbasis geogebra.

Berikut adalah hasil pretest dan posttest mahasiswa :

Tabel 1 Hasil Pretest dan postest

No Responden	Pretest	Postest
1	80	92
2	82	85
3	78	80
4	83	83
5	82	80
6	68	70
7	56	70
8	60	75
9	74	75
10	70	70
11	87	94
12	73	70
13	65	70

14	60	65
15	68	70
16	75	75
17	73	73
18	77	73
19	70	70

Hasil analisis

Berdasarkan hasil perhitungan uji paired sample t- test dengan SPSS diperoleh:

→ T-Test

[DataSet1]

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Pretest	72,68	19	8,531	1,957
	Posttest	75,79	19	7,941	1,822

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Pretest & Posttest	19	,785	,000

Paired Samples Test

		Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower				Upper
Pair 1	Pretest - Posttest	-3,105	5,435	1,247	-5,725	-,485	-2,490	18	,023

Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa nilai sig $0,023 < 0,05$, hal ini berarti terdapat perbedaan kemampuan visual mahasiswa sebelum dan sesudah pembelajaran dengan menggunakan geogebra tergolong signifikan, maka dapat dikatakan bahwa terjadi peningkatan kemampuan visual thinking matematis mahasiswa.

Untuk dianalisis, peneliti mengambil 3 orang mahasiswa dengan tingkat kemampuan matematis yang berbeda, 1 orang mahasiswa yang memiliki kemampuan matematika tinggi, 1 orang mahasiswa yang memiliki kemampuan matematika sedang, dan 1 orang mahasiswa yang memiliki kemampuan matematika rendah. Ketiga mahasiswa yang telah dipilih diberi soal tes kemampuan spasial visual yang selanjutnya diwawancara terkait dengan soal tes kemampuan spasial visual matematis yang telah mereka kerjakan.

1. Dari hasil analisis jawaban mahasiswa dan hasil wawancara dari mahasiswa yang memiliki kemampuan matematika tinggi (KMT) didapatkan:

a. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 1

KMT mampu mengubah suatu objek kedalam bentuk yang berbeda. KMT mampu menjelaskan secara rinci bagaimana KMT mengubah suatu objek kedalam bentuk yang berbeda. KMT mampu menentukan komposisi suatu objek setelah dimanipulasi posisi dan bentuknya. KMT mampu menjelaskan secara rinci bagaimana KMT menentukan komposisi suatu objek setelah dimanipulasi posisi dan bentuknya.

b. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 2

KMT mampu menentukan arah pandangan dari tampilan suatu objek. KMT mampu menentukan penampilan limas segi lima jika dilihat dari atas. KMT mampu menentukan penampilan objek dari perpektif yang berbeda. KMT mampu menjelaskan hasil tampilan objek dari perspektif yang berbeda.

c. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 3

KMT mampu menentukan hubungan suatu objek. KMT mampu merotasikan posisi suatu objek. KMT mampu menjelaskan secara rinci bagaimana KMT merotasikan suatu objek. KMT mampu menentukan tiap sisi-sisi kubus yang saling berhadapan dengan cara menghubungkan dan merotasikan setiap gambar pada soal.

2. Dari hasil analisis jawaban siswa dan hasil wawancara dari siswa yang memiliki kemampuan matematika sedang (KMS) didapatkan:

a. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 1

KMS mampu mengubah suatu objek kedalam bentuk yang berbeda. KMS mampu menjelaskan secara rinci bagaimana KMS mengubah suatu objek kedalam bentuk yang berbeda. KMS mampu menentukan komposisi suatu objek setelah dimanipulasi posisi dan bentuknya. KMS mampu menjelaskan secara rinci bagaimana KMS menentukan komposisi suatu objek setelah dimanipulasi posisi dan bentuknya.

b. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 2

KMS mampu menentukan arah pandangan dari tampilan suatu objek. KMS mampu menentukan penampilan objek dari perpektif yang berbeda. KMS mampu menjelaskan hasil tampilan objek dari perspektif yang berbeda.

c. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 3

KMS mampu menentukan hubungan suatu objek. KMS mampu merotasikan posisi suatu objek. KMS mampu menjelaskan secara rinci bagaimana KMS merotasikan suatu objek. KMS mampu menentukan tiap sisi-sisi kubus yang saling berhadapan dengan cara menghubungkan dan merotasikan setiap gambar pada soal.

3. Dari hasil analisis jawaban siswa dan hasil wawancara dari siswa yang memiliki kemampuan matematika sedang (KMR) didapatkan:
- a. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 1
KMR mampu mengubah suatu objek kedalam bentuk yang berbeda. KMR mampu menjelaskan bagaimana KMR mengubah suatu objek kedalam bentuk yang berbeda. KMR mengalami kesulitan untuk menentukan komposisi suatu objek setelah dimanipulasi posisi dan bentuknya. KMR mengalami kesulitan untuk menjelaskan bagaimana KMR menentukan komposisi suatu objek setelah dimanipulasi posisi dan bentuknya.
 - b. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 2
KMR mampu menentukan arah pandangan dari tampilan suatu objek. KMR mampu menentukan penampilan objek dari perpektif yang berbeda. KMR mampu menjelaskan hasil tampilan objek dari perspektif yang berbeda.
 - c. Uraian Data Hasil Tes dan Wawancara Soal Nomor 3
KMR mampu menentukan hubungan suatu objek. KMR mengalami kesulitan untuk merotasikan posisi suatu objek. KMR mengalami kesulitan untuk menjelaskan secara rinci bagaimana KMT merotasikan suatu objek. KMR menentukan tiap sisi-sisi kubus yang saling berhadapan dengan melihat huruf apa saja yang ada di atas dan di bawah dari masing-masing huruf.

B. Luaran yang Dicapai

Luaran penelitian berupa artikel yang telah disubmit pada Mathematics Teaching-Research Journal (MTRJ), scopus Q3 dengan status submite. Dengan judul artikel “**A Comparative Study on the Use of GeoGebra in Enhancing the Creative Mathematical Thinking Skills of Secondary School Students**”.



Source details

Feedback > Compare sources >

Mathematics Teaching-Research Journal

Years currently covered by Scopus: from 2006 to 2024

Publisher: City University of New York

E-ISSN: 2573-4377

Subject area: Mathematics: General Mathematics Social Sciences: Education

Source type: Journal

[View all documents >](#) [Set document alert](#) [Save to source list](#)

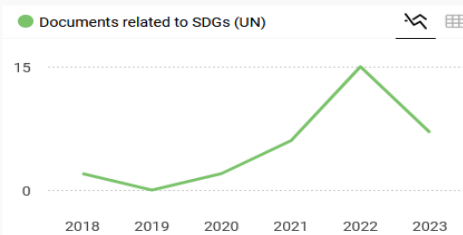
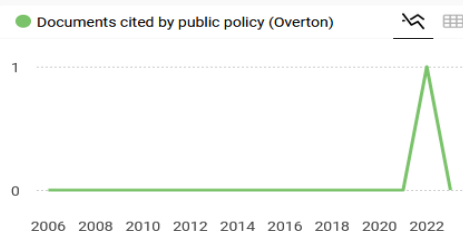
CiteScore 2023 **1.1**

SJR 2023 **0.225**

SNIP 2023 **0.539**

CiteScore CiteScore rank & trend Scopus content coverage

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.



Mathematics Teaching-Research Journal
Education
Q3 best quartile
SJR 2023 0.23
powered by scimagojr.com

Show this widget in your own website
Just copy the code below and paste within your html code:
``

SCImago Graphica

Explore, visually communicate and make sense of data with our new data visualization tool.



Activate Window
Go to Settings to activate Windows.

Telusuri email



Aktif



Navigation icons: back, forward, search, etc.

8 dari 2.066



yusri wahyuni <yusri.wahyuni@bunghatta.ac.id>
kepada MTRJ.submissions

Min, 20 Okt, 22.33 (6 hari yang lalu)

Here we submit our article entitled "A Comparative Study on the Use of GeoGebra in Enhancing the Creative Mathematical Thinking Skills of Secondary School Students". Hopefully, the article can be published as soon as possible.

Best regards,

Yusri Wahyuni

Satu lampiran • Dipindai dengan Gmail



Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Berikut adalah draft artikel yang telah di submit :

A Comparative Study on the Use of GeoGebra in Enhancing the Creative Mathematical Thinking Skills of Secondary School Students

Yusri Wahyuni¹, Fauziah¹, Niniwati¹, Muthia Khairah¹, Friska Murni Kasih Laoli¹

¹ Department of Mathematics Education, Universitas Bung Hatta Padang, Indonesia

yusri.wahyuni@bunghatta.ac.id

*Corresponding Author : yusri.wahyuni@bunghatta.ac.id

Abstract: *This study aims to analyze and provide an overview of the improvement in students' creative mathematical thinking skills using GeoGebra software in schools with different characteristics. The research employs a mixed-method approach with a sequential explanatory design. The sample consists of 90 eleventh-grade students from three high schools in Padang City. Data were collected through tests of creative mathematical thinking skills and classroom observations. The results indicate that most aspects of creative thinking skills showed significant improvement, particularly in originality and flexibility, although there was a decline in some aspects, namely fluency and elaboration, in these schools. Overall, the analysis using the Wilcoxon test and t-test revealed a significance value of < 0.05 , indicating a significant difference between the pretest and posttest scores of the students' creative mathematical thinking skills. Therefore, there is an improvement in students' creative mathematical thinking skills after learning using GeoGebra. It can be concluded that the use of GeoGebra in mathematics learning can have a significant impact on the development of students' creative mathematical thinking skills.*

Keywords: Comparative Study, GeoGebra, Creative Thinking

INTRODUCTION

Creative thinking skills are one of the essential competencies that must be developed in 21st-century education (Supena, et al., 2021 ; Sriraman, 2017 ; Nurjanah, et al., 2020). Creative thinking enables students to face and solve problems innovatively, not only in everyday life but also in academic fields, including mathematics. In mathematics, creative thinking skills encompass the ability to generate various solutions, adapt to different approaches, and find original and detailed solutions (Joklitschke, et al., 2018 ; Wahyudi, et al., 2018 ; Wahyudi, et al., 2019). Therefore, mathematics education in secondary schools should not only focus on procedural aspects but also on developing students' creative thinking skills. However, various studies indicate that Indonesian students' creative mathematical thinking skills are still relatively low.

Data from the Programme for International Student Assessment (PISA) 2018 shows that Indonesian students' mathematics scores rank 72nd out of 78 countries, with an average score of 379, significantly below the OECD average of 489 (PISA, 2018). In the global context, creative mathematical thinking skills are increasingly emphasized in educational curricula across various countries. According to the OECD report (2019), countries with the highest PISA scores, such as Singapore, Japan, and Finland, have integrated the development of

creative thinking skills into their mathematics curricula. For instance, Singapore, with a PISA score of 569 in mathematics, has implemented the “Mathematical Problem Solving” framework since 1992, which explicitly includes elements of creativity (OECD, 2019 ; Ministry of Education Singapore, 2020 ; National Board of Education, 2016 ; MEXT, 2017).

An international study by the Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) 2019 shows that countries with high performance in mathematics tend to have a larger proportion of students capable of solving problems that require creative thinking. For example, 54% of students in Taiwan and 50% of students in South Korea can solve advanced-level problems requiring creativity, while the international average is only 11% (Mullis, et al., 2020).

The gap between Indonesia and these high-performing countries further underscores the urgency to enhance the creative mathematical thinking skills of Indonesian students. A study by the Asian Development Bank (2021) predicts that without significant improvements in mathematical abilities, particularly in creativity and problem-solving, Indonesia risks falling behind in the global economic competition, which increasingly relies on technological innovation (ADB, 2021).

Creative mathematical thinking is not only crucial for solving complex problems but also key to innovation and technological development (WEF, 2020). In mathematics education, the use of technology has become an effective method to support the development of creative thinking skills (Tirri, et al., 2017 ; Wijaya, et al., 2021 ; Yusri, et al., 2021). One software that is increasingly used in mathematics education is GeoGebra. GeoGebra is a visualization-based software that supports direct interaction between students and mathematical concepts, such as geometry, algebra, and calculus, in a dynamic and interactive manner (Hohenwarter, et al., 2009 ; Zulnaidi, et al., 2020 ; Özçakır, et al., 2020 ; Adelabu, et al., 2022 ; Yimer, 2022 ; Yerizon, et al., 2021). The use of GeoGebra software can help students enhance their mathematical abilities (Santos, 2019 ; Lin, 2017 ; Hamidah, et al., 2024 ; Yusri, et al., 2022). GeoGebra provides students with more opportunities to visualize geometric concepts, which often helps low-achieving students. With GeoGebra, students can construct and explore various mathematical representations, allowing them to delve deeper into different ideas and solutions (Zulnaidi, et al., 2020 ; Mohd Saad, et al., 2023 ; Yusri, et al., 2023).

Many studies have stated that GeoGebra software is an effective tool in the teaching and learning process, especially in geometry (Zulnaidi&Syed, 2017 ; Weinhandl, et al., 2020 ; Hamidah, et al., 2024 ; Adelabu, et al., 2022). Previous research conducted by Zulnaidi et al. has shown that the use of technology, particularly GeoGebra, can help students better understand mathematical concepts and encourage more creative exploration in problem-solving (Zulnaidi, et al., 2020 ; Hidayat & Wardat, 2023 ; Malatjie & Machaba, 2019). However, there is still a lack of research specifically discussing the impact of GeoGebra on students’ creative mathematical thinking skills in secondary schools, especially through comparative studies involving schools with different backgrounds. Therefore, further research is needed to determine the extent of GeoGebra’s influence on the development of students’ creative mathematical thinking skills and to compare the results among different schools.

This study focuses on a comparative analysis of the creative mathematical thinking skills of students in three different secondary schools, using GeoGebra as a learning medium. Through this research, it is expected to find empirical evidence on the impact of using GeoGebra on aspects of creative mathematical thinking, such as fluency, flexibility, originality, and elaboration. Additionally, this study aims to analyze and provide an overview of the improvement in students’ creative mathematical thinking skills using GeoGebra software in schools with different characteristics.

METHOD

This research employs a mixed-method approach with a sequential explanatory design, using GeoGebra software as a learning medium. The sample consists of eleventh-grade students from three high schools in Padang City: SMAN 3 Padang, SMA Pertiwi 1 Padang, and SMA Adabiah Padang. Thirty students from each school were selected as research samples.

The instrument used in this study is a test of creative mathematical thinking skills. The test was administered twice, as a pre-test and a post-test. The questions were designed to allow students to use their mathematical abilities to solve problems. The test items used are valid and reliable. Students' answers were then assessed using a rubric for evaluating creative mathematical thinking skills, as shown in Table 1.

Table 1: Rubric for Assessing Creative Thinking Skills

Aspect	Score 1 (Poor)	Score 2 (Fair)	Score 3 (Good)	Score 4 (Excellent)
Fluency	<ul style="list-style-type: none"> – Provides only one solution. – Ideas are very limited or irrelevant. 	<ul style="list-style-type: none"> – Provides 2 solutions, but with limited variety. – Most ideas are relevant to the problem. 	<ul style="list-style-type: none"> – Provides 3 or more solutions relevant to the problem. – Most solutions are logical and show variety. 	<ul style="list-style-type: none"> – Provides 4 or more highly relevant and varied solutions. – All solutions are logical, varied, and in-depth.
Flexibility	<ul style="list-style-type: none"> – Uses the same approach or strategy to solve the problem. – Shows no variation in thinking. 	<ul style="list-style-type: none"> – Uses more than one approach, but with limited variety. – Some strategy adjustments are made. 	<ul style="list-style-type: none"> – Uses various relevant approaches. – Shows flexible thinking in changing strategies when needed. 	<ul style="list-style-type: none"> – Uses diverse and creative approaches. – Shows flexibility in switching between several highly relevant strategies.
Originality	<ul style="list-style-type: none"> – Solutions are very common and show no originality. – Mimics or repeats usual solutions. 	<ul style="list-style-type: none"> – Some elements of originality, but most solutions are common. 	<ul style="list-style-type: none"> – Shows fairly original and unusual ideas in problem-solving. – Most solutions contain innovative aspects. 	<ul style="list-style-type: none"> – Solutions are very original and different from the usual. – Shows high creativity with innovative and unusual solutions.

Aspect	Score 1 (Poor)	Score 2 (Fair)	Score 3 (Good)	Score 4 (Excellent)
Elaboration	– Solutions are given without adequate explanation or detail.	– Solutions are given with minimal explanation.	– Solutions are given with good and structured explanations.	– Solutions are very detailed and well explained.
	– No further development of ideas.	– Ideas are not well developed.	– There is idea development showing deep understanding.	– Idea development is excellent and shows comprehensive understanding

Data analysis was conducted by comparing the percentages of pretest and posttest achievements. These results were then compared to assess the improvement in creative thinking skills after the implementation of GeoGebra in the mathematics learning of eleventh-grade high school students. Subsequently, statistical tests were performed using SPSS. Thus, the statistical test results were used to observe the enhancement of creative thinking skills following the application of GeoGebra in mathematics education.

RESULTS

This study began with designing a learning plan using GeoGebra for eleventh-grade high school students. Students were then given an initial test to assess their creative mathematical thinking skills. The designed learning plan was implemented by the teacher. Subsequently, a reflection on the learning process using GeoGebra was conducted. After implementing the learning design with GeoGebra, students took a final test to evaluate their creative mathematical thinking skills. The results of the creative mathematical thinking skills of eleventh-grade high school students based on the indicators of creative thinking skills are presented as follows:

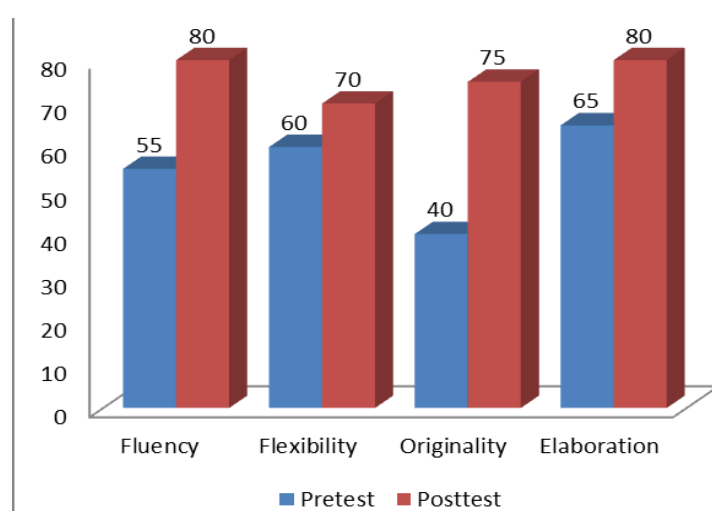


Figure 1: Pretest and Posttest Results of Mathematical Creative Thinking Skills of SMAN 3 Padang Students

Based on Figure 1, it is evident that the posttest scores of students' mathematical creative thinking skills have increased compared to the pretest scores across all indicators. This

indicates that learning using GeoGebra is effective in enhancing students' mathematical creative thinking skills.

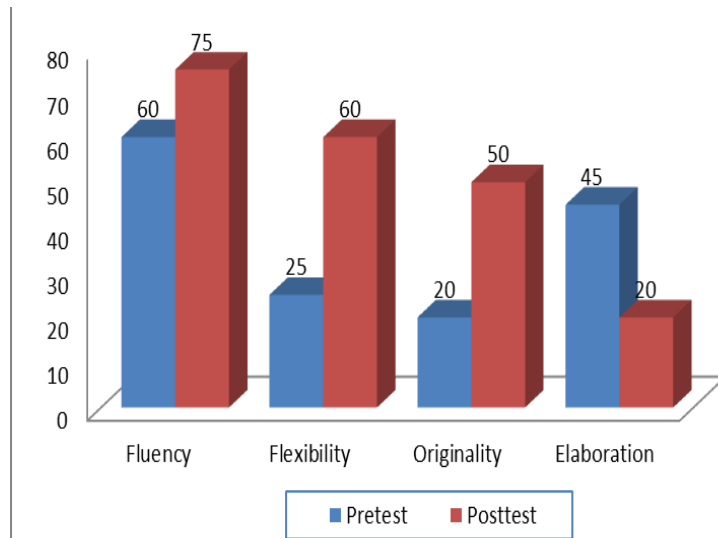


Figure 2: Pretest and Posttest Results of Mathematical Creative Thinking Skills of SMA Pertiwi 1 Padang Students

Based on Figure 2, it is evident that the posttest scores for three indicators of mathematical creative thinking skills—fluency, flexibility, and originality—have increased after learning using GeoGebra as a medium. However, there is a decrease in the posttest score for the elaboration indicator.

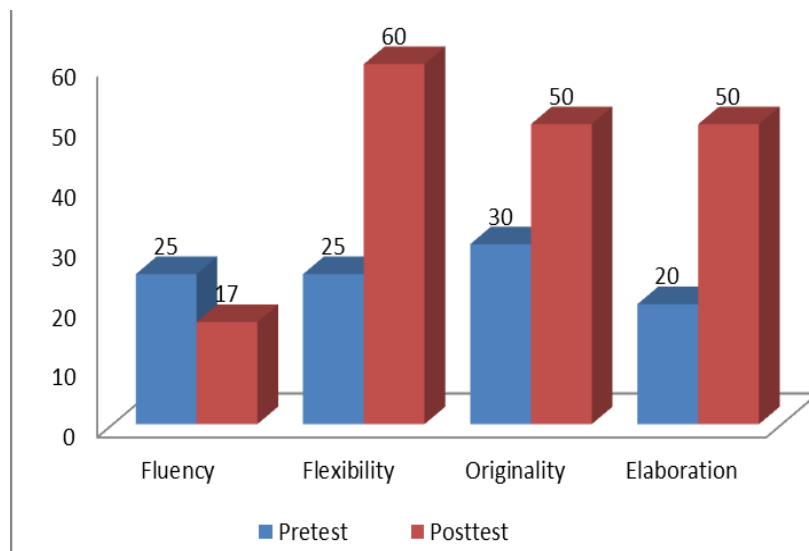


Figure 3: Pretest and Posttest Results of Mathematical Creative Thinking Skills of SMA Adabiah Padang Students

Based on Figure 3, it is evident that the mathematical creative thinking skills of SMA Adabiah Padang students have improved in three indicators; flexibility, originality, and elaboration; after learning using GeoGebra as a medium. However, there is a decrease in the posttest score for the fluency indicator.

Based on data from the three schools, there is an overall improvement in students' mathematical creative thinking skills after learning using GeoGebra. The pretest and posttest results show improvements in almost all indicators of creative thinking skills, namely fluency, flexibility, originality, and elaboration.

The most significant improvements are seen in the aspects of originality and flexibility, indicating that after the learning process, students are better able to generate unique ideas and think from various perspectives. However, there are some decreases in the aspects of fluency and elaboration in certain schools, specifically:

- At SMA Adabiah Padang, there is an 8% decrease in the fluency aspect (from 25% in the pretest to 17% in the posttest).
- At SMA Pertiwi 1 Padang, the elaboration indicator shows the most significant decrease, by 25% (from 45% in the pretest to 20% in the posttest).

Although there were declines in some indicators at these schools, most aspects of creative thinking skills showed significant improvement, particularly in originality and flexibility. This improvement indicates that the learning process using GeoGebra effectively developed students' creative mathematical thinking skills, especially in terms of originality and flexible thinking. This aligns with the research by Howenwarter & Jones, which highlights the enhancement of students' visualization and mathematical exploration abilities, contributing to the improvement in fluency and originality aspects of creative thinking (Hohenwarter & Jones, 2007). Other studies have revealed that learning utilizing GeoGebra in geometry exploration impacts the enhancement of students' creative thinking skills, particularly in originality and flexibility. They found that interactive tools help students visualize mathematical problems differently, strengthening a deeper understanding of concepts (Birgin & Uzun, 2021).

Table 2: Description of Pretest and Posttest Results of Students' Creative Thinking Skills

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Pretest SMAN 3	30	40	80	62.83	10.933
Posttest SMAN 3	30	60	90	71.13	9.733
Pretest SMA Pertiwi	30	35	82	57.97	12.050
Posttest SMA Pertiwi	30	60	85	69.80	6.764
Pretest SMA Adabiah	30	30	80	61.70	12.809
Posttest SMA Adabiah	30	55	83	69.87	7.006
Valid N (listwise)	30				

Based on the data in Table 2, the average posttest results at each school are higher than the average pretest results, with the standard deviation of the posttest being lower than that of the pretest. These results indicate that the creative thinking skills in the posttest results are closer to the mean value compared to the pretest. Thus, the pretest scores are lower than the posttest scores in terms of the average value.

To assess the overall improvement in students' creative thinking skills, further statistical testing is required to validate the results. Before conducting statistical tests, the data used must meet the requirement of being normally distributed to ensure the validity of the conclusions (Hidayat, et al., 2023). The results of the normality test for the pretest and posttest data of the creative mathematical thinking skills of eleventh-grade students can be seen in Table 3.

Table 3: Normality Test of Pretest and Posttest Data for Creative Thinking Skills

	Tests of Normality					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Pretest SMAN 3	.111	30	.200*	.968	30	.489
Posttest SMAN 3	.213	30	.001	.888	30	.004
Pretest SMA Pertiwi	.120	30	.200*	.967	30	.465
Posttest SMA Pertiwi	.188	30	.008	.927	30	.041
Pretest SMA Adabiah	.214	30	.001	.900	30	.009
Posttest SMA Adabiah	.174	30	.021	.954	30	.211

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

In Table 3, the significance value (sig) is < 0.05 for the posttest data at SMAN 3 Padang and SMA Pertiwi 1 Padang, indicating that the normality assumption is not met. Therefore, the data were analyzed non-parametrically using the Wilcoxon Matched-Pairs Test. Meanwhile, at SMA Adabiah, the significance value is > 0.05 , indicating that the data are normally distributed. Thus, the data were analyzed parametrically using the paired-samples t-test.

Table 4: Results of the Wilcoxon Matched-Pairs Test for SMAN 3

Test Statistics ^a	
	Posttest - Pretest
Z	-4.316 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

From Table 4, it can be seen that the significance value (p-value) of 0.000 indicates that the difference between the pretest and posttest is statistically highly significant. Since the p-value is < 0.05 , it can be concluded that there is a significant difference in the creative mathematical thinking skills of eleventh-grade students at SMAN 3 before and after the learning intervention.

Table 5: Results of the Wilcoxon Matched-Pairs Test for SMA Pertiwi 1

Test Statistics ^a	
	Posttest - Pretest
Z	-4.628 ^b
Asymp. Sig. (2-tailed)	.000

a. Wilcoxon Signed Ranks Test

b. Based on negative ranks.

From Table 5, it can be seen that the significance value of 0.000 indicates that the difference between the pretest and posttest is highly significant. This value is much smaller than the common significance threshold (0.05), which means we can reject the null hypothesis (no difference between pretest and posttest). In other words, there is a significant improvement in students' creative thinking skills after the intervention or learning process.

This indicates that the treatment provided in the learning process effectively enhances students' creative mathematical thinking skills. The improvement can be considered strong and convincing, supported by the very low significance value (0.000).

Table 6: Results of the Paired-Samples T-Test for SMA Adabiah

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	Pretest - Posttest	8.167	7.183	1.311	-10.849	-5.485	6.228	29	.000

From Table 6, it can be seen that the Sig. (2-tailed) value of 0.000 indicates that the difference between the pretest and posttest is statistically highly significant. Since the significance value is much smaller than 0.05, we can reject the null hypothesis and conclude that there is a significant difference between the pretest and posttest scores.

The Paired Samples Test data show that there is a significant improvement in the posttest results compared to the pretest. The mean difference of 8.167 indicates a substantial increase in skills or outcomes after learning using GeoGebra, and the very low significance value (0.000) ensures that this difference is not due to chance but is statistically significant.

The pretest and posttest data results of the creative thinking skills of eleventh-grade students can be seen in Table 7.

Table 7: Paired Samples Test of Students' Creative Mathematical Thinking Skills

Test	School	Sig (2-tailed)
Wilcoxon Test	Pretest - Posttest SMAN 3	0.000
Wilcoxon Test	Pretest - Posttest SMA Pertiwi 1	0.000
T-test	Pretest - Posttest SMA Adabiah	0.000

Based on the paired-samples test results in Table 7, the significance value is < 0.05 , indicating a significant difference between the pretest and posttest scores of the creative mathematical thinking skills of eleventh-grade high school students. Thus, there is an improvement in the creative mathematical thinking skills of students taught using GeoGebra.

According to the Wilcoxon test conducted, all schools showed a significance value of 0.000 for the comparison of pretest and posttest, indicating that the difference in pretest and posttest scores is statistically significant. This demonstrates that the use of GeoGebra as a learning medium has a significant effect on enhancing students' creative mathematical thinking skills.

DISCUSSION

The research results show differences in the percentage of achievement in aspects of creative thinking skills after learning with GeoGebra at each school. However, overall, learning with GeoGebra can improve students' creative thinking skills. Therefore, learning utilizing GeoGebra as a teaching medium can be used to enhance students' creative mathematical thinking skills (Mohd Saad, et al., 2023 ; Hidayat, et al., 2023 ; Hamzah & Hidayat, 2022). This is also consistent with the research conducted by Christmas et al. (2013) which shows that GeoGebra can enable students to learn independently and explore mathematical concepts.

The findings from the study indicate that students actively participated in the learning process using GeoGebra. Students were able to develop their creative ideas because GeoGebra can visualize lesson materials that require images, such as in the topic of three-dimensional shapes. Students can view every angle of a three-dimensional shape by rotating the image in GeoGebra, see the nets of the shapes that can be opened and closed, and determine the surface area and volume of the shapes. This helps students better understand the concepts of the material being studied. By using GeoGebra, students become more creative in solving the problems given by the teacher.

Through active interaction with GeoGebra's features and interactive tools, students have the opportunity to actively engage and manipulate objects, graphs, and mathematical equations. This hands-on approach has facilitated a deeper understanding of abstract concepts by allowing students to visualize and interact with these concepts dynamically and comprehensively. The visual representations offered by GeoGebra have played a crucial role in enhancing students' understanding and intuition regarding mathematical relationships.

Additionally, GeoGebra's collaborative features have enabled students to engage in peer interactions and discussions, fostering a cooperative learning environment. Through collaboration, students can express and exchange ideas, receive valuable feedback from peers, and participate in mathematical learning. Hamzah and Hidayat (2022) have shown that the use of GeoGebra software positively impacts various aspects of mathematics education. Their review revealed that integrating GeoGebra into teaching can improve academic performance, conceptual understanding, motivation, visualization skills, engagement levels, interest in mathematics, critical thinking, creative thinking, mathematical reasoning, and problem-solving abilities (Yohannes & Chen, 2023 ; Yatim, et al., 2022 ; Septian, et al., 2020 ; Santiago & Alves, 2022).

This study shows that students actively engage in learning by paying attention and asking questions to teachers and peers while using GeoGebra. The findings support previous research indicating that students actively participate in class because they learn using GeoGebra (Groening & Binnewies, 2019 ; Zainuddin, et al., 2020). GeoGebra provides a dynamic and interactive learning environment where students can explore mathematical concepts through hands-on exploration. They can manipulate objects, graphs, and equations in real-time, allowing them to engage with the material and deepen their understanding actively. Thus, by understanding concepts through GeoGebra, students' creative thinking skills will develop.

CONCLUSIONS

Based on the research findings, it can be concluded that learning using GeoGebra as a medium can enhance students' creative thinking skills. In terms of the aspects of creative thinking ability, there are differences in the percentage of achievement of creative thinking aspects after learning with GeoGebra in each school. However, overall, learning that utilizes GeoGebra can improve students' creative thinking skills, as seen from the analysis of students' pretest and posttest results. Therefore, learning by utilizing GeoGebra as a learning medium can be used to enhance students' mathematical creative thinking abilities.

REFERENCES

- [1] ADB. (2021). Basic 2021 Statistics : Statistics and Data Innovation Unit. Manila: Asian Development Bank.
- [2] Adelabu, F. M., Marange, I. Y., & Alex, J. (2022). GeoGebra software to Teach and Learn Circle Geometry: Academic Achievement of Grade 11 Students. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 14(3), 2 – 16.
- [3] Birgin, O., & Uzun Yazıcı, K. (2021). The effect of GeoGebra software-supported mathematics instruction on eighth-grade students' conceptual understanding and retention. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 925–939. <https://doi.org/10.1111/jcal.12532>
- [4] Christmas, D., Kudzai, C., & Josiah, M. (2013). Vygotsky's zone of proximal development theory: What are its implications for mathematical teaching. *Greener Journal of social sciences*, 3(7), 371-377. <https://doi.org/10.15580/gjss.2013.7.052213632>
- [5] Groening, C., & Binnewies, C. (2019). “Achievement unlocked!” - The impact of digital achievements as a gamification element on motivation and performance. *Computers in human Behavior*, 97, 151-166. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.02.026>
- [6] Hamidah., Jaka, W.K., Sigit, A. (2024). Development of Discovery-Based Ethnobra (Ethnomathematics Geogebra) Geometry Learning Model to Improve Geometric Skills in Terms of Student Learning Styles and Domicile. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 16(3), 25 – 57.
- [7] Hamzah, N. A. H., & Hidayat, R. (2022). The Role of Geogebra Software in Mathematics Education: A Systematic Literature Review: Peranan Perisian Geogebra dalam Pendidikan Matematik: Sorotan Literatur Bersistematik. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Matematik Malaysia*, 12(1), 24–38. <https://doi.org/10.37134/jpsmm.vol12.1.3.2022>
- [18] Hidayat, R., & Wardat, Y. (2023). A systematic review of Augmented Reality in Science, Technology, Engineering and Mathematics education. *Education and Information Technologies*, 29 : 9257–9282. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12157-x>
- [19] Hidayat, W., Widodo, S. A., & Syahrizal, T. (2023). The statistical thinking skill and adversity quotient of English pre-service teacher. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(1), 421-432. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i1.24302>
- [20] Hohenwarter, m., Jarvis, Daniel., & Lavicza, Z. 2009. Linking Geometry, Algebra, and Mathematics Teachers: GeoGebra Software and the Establishment of the International GeoGebra Institute. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 16 (2) : 83-86.
- [21] Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: the case of geogebra, *Proceedings of British Society for Research into Learning Mathematics*, 27 (3).

- [22] Joklitschke, J., Rott, B., & Schindler, M. (2018). Theories About Mathematical Creativity in Contemporary Research : A Literature Review. Proceedings of the 42nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 3(7), 171–178.
- [23] Lin, C. Y. (2017). Threshold Effects of Creative Problem-Solving Attributes on Creativity in the Math Abilities of Taiwanese Upper Elementary Students. *Education Research International*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2017/4571383>
- [24] Malatjie, F., & Machaba, F. (2019). Exploring Mathematics Learners' Conceptual Understanding of Coordinates and Transformation Geometry through Concept Mapping. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 2019, 15(12), em181. <https://doi.org/10.29333/ejmste/110784>
- [25] MEXT (Ministry of Education, Culture, Sports, Science, and Technology Japan). (2017). *The Course of Study for Lower Secondary Schools: Mathematics*. Ministry of Education Japan. <https://www.mext.go.jp>
- [26] Ministry of Education Singapore. (2020). 21st Century Competencies and Student Outcomes Framework. Singapore. <https://www.moe.gov.sg>
- [27] Mohd Saad, MR, Mamat, S., Hidayat, R., & Othman, AJ (2023). Integrating Technology-Based Instruction and Mathematical Modelling for STEAM-Based Language Learning: A Sociocultural and Self-Determination Theory Perspective: *International Journal Of Interactive Mobile Technologies*. 17(14), 55-80. <https://doi.org/10.3991/ijim.v17i14.39477>
- [28] Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Foy, P., Kelly, D. L., & Fishbein, B. (2020). *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center. (<https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/international-results/>).
- [29] National Board of Education, Finland. (2016). National Core Curriculum for Basic Education 2014. Finnish National Agency for Education. <https://www.oph.fi/en>
- [30] Nurjanah, N, Herlambang, Y, T, Gandana, G & Hendrawan, B. (2020). Regional Language Education In The Era Of The Industrial Revolution Era 4.0: An Idea About Education In The Techno Pedagogy Perspective. *Journal of Physics: Conference Series*. Vol 1477. 1-5.
- [31] OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- [32] Özçakır, B., Özdemir, D., & Kıymaz, Y. (2020). Effects of dynamic geometry software on students' geometric thinking regarding probability of giftedness in mathematics. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 7(2), 48-61. DOI: <https://doi.org/10.33200/ijcer.664985>
- [33] Programme for International Student Assessment (PISA) Results From PISA 2018. OECD - 21 November, 2022 - <https://doi.org/10.1787/888934028140>
- [34] Santiago, P. V. d. S., & Alves, F. R. V. (2022). Affine functions using GeoGebra: An investigation from the perspective of conceptual fields theory. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 3(2), ep22013. <https://doi.org/10.30935/conmaths/12112>
- [35] Santos-Trigo, M. (2019). Mathematical Problem Solving and the Use of Digital Technologies. *Springer Series in Geomechanics and Geoengineering*, 63–89. https://doi.org/10.1007/978-3-030-10472-6_4
- [36] Septian, A., Sugiarni, R., & Monariska, E. (2020). The application of android-based geogebra on quadratic equations material toward mathematical creative thinking ability.

- [37] Sriraman, B. (2017). Mathematical Creativity: Psychology, Progress and Caveats. *ZDM-Mathematics Education*, 49(7), 971–975. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0886-0>
- [38] Supena, I., Darmuki, A., & Hariyadi, A. (2021). The Influence Of 4C (Constructive, Critical, Creativity, Collaborative) Learning Model on Students' Learning Outcomes. *International Journal of Instruction*, 14(3), 873–892. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14351a>
- [39] Tirri, K., Cho, S., Ahn, D., & Campbell, J. R. (2017). Education for Creativity and Talent Development in the 21st Century. *Education Research International*, 1–2. <https://doi.org/10.1155/2017/5417087>
- [40] Wahyudi, W., Suyitno, H., and Isnarto, M., "Effectiveness of Problem Based Blended Learning (PB2L) Model with Blended Learning on Improving Creative Thinking Ability in Mathematical Problem Solving," *International Conference on Science and Education and Technology 2018 (ISET 2018)*. Atlantis Press, 2018.
- [41] Wahyudi, W., Waluya, B., Suyitno, H., Sutriyino & Anugraheni, I. (2019). Development of Problem-based Blended Learning (PB2L) model to increase pre-service primary teacher's creative thinking skill. *Journal of Education and Learning (EduLearn)* : 13 (2) 324-334. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v13i3.9907>
- [42] Weinhandl, R., Lavicza, Z., Hohenwarter, M. & Schallert, S. (2020). Enhancing flipped mathematics education by utilising GeoGebra. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 8(1), 1-15.
- [42] Wijaya, T. T., Zhou, Y., Ware, A., & Hermita, N. (2021). Improving the Creative Thinking Skills of the Next Generation of Mathematics Teachers Using Dynamic Mathematics Software. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(13), 212–226. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i13.21535>
- [43] World Economic Forum. (2020). WEF - The global risks report 2020. In *World Economic Forum, Davos*.
- [44] Yatim, S. S. K. M., Saleh, S., Zulnaidi, H., Yew, W. T., & Yatim, S. A. M. (2022). Effects of brain-based teaching approach integrated with GeoGebra (B-Geo Module) on students' conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 15(1), 327-346. <https://doi.org/10.29333/iji.2022.15119a>
- [45] Yerizon., Siti, F., & Fridgo, T. 2021. Development of a GeoGebra-Assisted Calculus Worksheet to Enhance Students' Understanding. *International Journal of Information and Education Technology*. 11(10), 456-463.
- [46] Yimer, S. T. (2022). Effective Instruction for Calculus Learning Outcomes through Blending co-operative Learning and Geogebra. *Mathematics Teaching-Research Journal*, 14(3), 170–189.
- [47] Yohannes, A., & Chen, H.-L. (2023). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5682-5697. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
- [48] Yusri, W., Ahmad, F., Yerizon., & Edwin, M. 2022. Analisis Literasi Digital Mahasiswa dalam Pembelajaran Matematika Berbasis Geogebra. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*. 6(3), 3358-3371.
- [49] Yusri, W., Jamaris., & Solfema. 2021. Integration Of Digital Technology In Mathematics Learning. 1(3), 144-151.

- [50] Yusri, W., Fauziah., Riska, A., & Friska, M. K. L. (2023). Development of Project-Based Worksheets integrated with Geogebra. *Jurnal Pendidikan MIPA*. 24(3), 699-709.
- [51] Zainuddin, Z., Shujahat, M., Haruna, H., & Chu, S. K. W. (2020). The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system. *Computers & Education*, 145, 103729.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103729>
- [52] Zulnaidi, H., Oktavika, E., & Hidayat, R. (2020). Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09899-y>
- [53] Zulnaidi, H., & Syed Zamri, S. N. A. (2017). The Effectiveness of the GeoGebra Software: The Intermediary Role of Procedural Knowledge On Students' Conceptual Knowledge and Their Achievement in Mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2155–2180.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01219a>

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Suherman, E, et al. 2003. *Strategi Pembelajaran Matematika kontemporer*. Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.
- (2) Sugandi, Ikin, Asep., Bernard, Martin., & Linda. 2020. *Efektivitas Pembelajaran Daring Berbasis Masalah Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Di Era Covid-19*. *Aksioma : Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*. 9 (4) : 993-1004. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3133>
- (3) Novrini, Siagian, P, Surya, E 2015. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan *Visual Thinking* Dalam Pemecahan Masalah Matematis Siswa Kelas VIII Smp. *Jurnal Paradikma*. 8(3) : 84-97.
- (4) Yunita, Rama, Meli., Surya, Edy., & Syahputra, Edi. 2020. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Masalah Untuk Kemampuan Visual Thinking Matematis Dan Self Efficacy Siswa Kelas VII SMP Swasta Raja Garuda Mas Besitang*. *Paradigma Jurnal Pendidikan Matematika*. 13 (2) : 18-29.
<https://doi.org/10.24114/paradikma.v13i3.22913>
- (5) Sholihah, Ummu., & Maryono. 2020. Students' Visual Thinking Ability In Solving The Integral Problem. *Journal of Research and Advances in Mathematics Education*. 5(1) : 175-186. <https://doi.org/10.23917/jramathedu.v5i2.10286>
- (6) Saputro, B. A., Prayito, M., & Nursyahidah, F. 2015. *Media Pembelajaran Geometri Menggunakan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Berbasis GeoGebra*. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif Inovatif*, 6(1), 34–39.

<https://doi.org/10.15294/kreano.v6i1.3757>

- (7) Sugandi, Ikin, Asep., Bernard, Martin., & Linda. 2020. *Efektivitas Pembelajaran Daring Berbasis Masalah Berbantuan Geogebra Terhadap Kemampuan Penalaran Matematis Di Era Covid-19*. Aksioma : Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika. 9 (4) : 993-1004. <http://dx.doi.org/10.24127/ajpm.v9i4.3133>
- (8) Lobczowski, N. G., Lyons, K., Greene, J. A., & McLaughlin, J. E. 2021. Socially shared metacognition in a project-based learning environment: A comparative case study. *Learning, Culture and Social Interaction*, 30(PA), 100543. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2021.10054>
- (9) Terrón-López, M.-J., García-García, M.-J., Velasco-Quintana, P.-J., Ocampo, J., Vigil Montaña, M.-R., & Gaya-López, M.-C. 2017. Implementation of a project-based engineering school: increasing student motivation and relevant learning. *European Journal of Engineering Education*, 42(6), 618–631. <https://doi.org/10.1080/03043797.2016.1209462>
- (10) Affandi, A., & Sukyadi, D. 2016. Project-Based Learning and Problem-Based Learning for EFL Students' Writing Achievement at the Tertiary Level. *Rangsit Journal of Educational Studies*, 3(1), 23–40. <https://doi.org/10.14456/rjes.2016.2>
- (11) Nayono, S. E., & ER, N. 2013. Pengembangan Model Pembelajaran Project Based Learning pada Mata Kuliah Computer Aided Design. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 21(4), 340–347. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jptk/article/view/9461>
- (12) Nurhidayah, Tia., & Rismayani. 2021. *Implementasi Model Pembelajaran Problem Based Learning terhadap Kemampuan Visual Matematis pada Materi Bangun Ruang*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Matematika (SNPM) III. Hal 125-129.
- (13) Kllogjeri, P. & Shyti, B. 2015. *Geogebra: a global platform for teaching and learning math together and using the synergy of mathematicians*. *International Journal Teaching and Case Studies*, 2(3/4), 225-236. DOI:[10.1007/978-3-642-13166-0_95](https://doi.org/10.1007/978-3-642-13166-0_95)
- (14) Mejerek, D. 2017. *Application of GeoGebra for teaching mathematics*. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8(24), 51-54. <https://doi.org/10.12913/22998624/567>
- (15) Armiami & Yanrizawati. 2020. *Analisis Pemanfaatan Media Daring dalam Pembelajaran Matematika Ditinjau dari Kemandirian Belajar Siswa di Kelas XI SMAN 1 Koto Balingka*. JEP (Jurnal Eksakta Pendidikan). 4 (2) : 197 - 202. <https://doi.org/10.24036/jep/vol4-iss2/507>
- (16) Jia-wei, Z., Lam, W., Tak-hang, C., & Chi-shing, C. 2014. Curriculum adaptation in special schools for students with intellectual disabilities (SID): a case study of project

- learning in one SID school in Hong Kong. *Frontiers of Education in China*. 9(2) : 250–273.
- (17) Joseph CL Tan, & Anne Chapman. 2016. Project-Based Learning for Academically-Able Students. <https://doi.org/10.1007/978-94-6300-732-0>
- (18) Gregory, G. H., & Chapman, C. 2013. *Differentiated Instructional Strategies (Third)*. United States of America: Sage Company.
- (19) Majid, A., & Rochman, C. 2014. *Pendekatan Ilmiah Dalam Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- (20) Lestari, E., Sunardi, & Suryani, N. 2017. Pengaruh penggunaan media berbasis informasi technology pada pembelajaran IPA Terhadap prestasi belajar ditinjau dari kemandirian belajar. *Jurnal Penelitian Teknologi Pendidikan Teknodika, Jurnal Penelitian Teknologi Pendidikan*. 15(01) : 16–25.
<https://doi.org/10.20961/teknodika.v15i1.34925>
- (21) Panjaitan, J., Simangunsong, I. T., & Sihombing, H. B. M. 2020. Penerapan Project Based Learning Berbasis HOTS untuk Menciptakan Media Pembelajaran yang Inovatif. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 9(2) : 78–90. <http://dx.doi.org/10.20527/bipf.v7i2.6310>
- (22) Tarigan, I. L., & Latief, M. 2022. Implementation of the Project-Based Learning (PjBL) Model in Bioactivity Courses to Improve Students' Activities and Learning Outcomes. *Gema Wiralodra*. 13(1) : 157–167. <https://doi.org/10.31943/gemawiralodra.v13i1.218>
- (23) Saputro, B. A., Prayito, M., & Nursyahidah, F. 2015. *Media Pembelajaran Geometri Menggunakan Pendekatan Pendidikan Matematika Realistik Berbasis GeoGebra*. Kreano, *Jurnal Matematika KreatifInovatif*, 6(1), 34–39.
<https://doi.org/10.15294/kreano.v6i1.3757>
- (24) Hohenwarter, M., Jarvis, D., & Lavicza, Z. 2008. *Linking geometry, algebra, and mathematics teachers: GeoGebra software and the establishment of the international GeoGebra institute*. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 16(2), 83-86.
- (25) Emaikwu, S. O., Iji, C. O., & Abari, M. T. 2015. *Effect of GeoGebra on senior secondary school students' interest and achievement in statistics in Makurdi local government area of Benue State, Nigeria*. *Journal of Mathematics (IOSRJM)*, 2(3), 14-21. DOI:[10.9790/5728-11341421](https://doi.org/10.9790/5728-11341421)
- (26) Killogjeri, P. & Shyti, B. 2010. *Geogebra: a global platform for teaching and learning math together and using the synergy of mathematicians*. *International Journal Teaching and Case Studies*, 2(3/4), 225-236. DOI:[10.1007/978-3-642-13166-0_95](https://doi.org/10.1007/978-3-642-13166-0_95)
- (27) Mejerek, D. 2014. *Application of GeoGebra for teaching mathematics*. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 8(24), 51-54.

<https://doi.org/10.12913/22998624/567>

- (28) Mahmudi, A. 2010. *Pemanfaatan Geogebra dalam Pembelajaran Matematika*. FPMIPA, UNY.
- (29) Saha, R.A., Ayub, A.F.M., & Tarmizi, R.A. 2010. *The effects of GeoGebra on mathematics achievement: enlightening coordinate geometry learning*. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 8 : 686-693. DOI:[10.1016/j.sbspro.2010.12.095](https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.095)
- (30) Caligaris, Marta Graciela., Schivo, María Elena., & Romiti, María Rosa. 2015. *Calculus & GeoGebra, an interesting partnership*. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 174 : 1183 – 1188.
- (31) [Takaci, Djurdjica.](#), [Stankov, Gordana.](#), and [Milanovic, Ivana.](#) 2015. *Efficiency of learning environment using GeoGebra when calculus contents are learned in collaborative groups*. [Computers & Education](#). 82 : 421-431. DOI:[10.1016/j.compedu.2014.12.002](https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.12.002)
- (32) Asngari, Dian Romadhoni. 2015. Penggunaan Geogebra dalam Pembelajaran Geometri. *Prosiding Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika UNY*. (hlm. 299-302)
- (33) Surya , E. 2013. *Visual Thinking, Mathematical Problem Solving and Self-Regulated Learning With Contextual Teaching and Learning Approach*. *Jurnal Universitas Negeri Medan*. ISSN 1979-3545.
- (34) Ariawan, R. 2016. *Pengaruh Pendekatan Pembelajaran Visual Thinking Disertai Aktivitas Quick On The Draw Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa*. *Suska Journal of Mathematics Education*. 2 (1) : 20 – 30. <http://dx.doi.org/10.24014/sjme.v2i1.1446>