

## Eksplorasi konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid untuk meningkatkan pemahaman siswa SMA

Indri Flora Br Ginting<sup>1\*</sup>, Kristiani Siagian<sup>1</sup>, Yolanda Angelina Sitorus<sup>1</sup>, Magrifah Rizki Berutu<sup>1</sup>, Putri Yade Bismeninta Br Barus<sup>1</sup>, KMA Fauzi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan

<sup>2</sup> Dosen Pendidikan Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Medan, Medan

[putriyade.4243311024@mhs.unimed.ac.id](mailto:putriyade.4243311024@mhs.unimed.ac.id)

Diterima: 19-05-2026; Direvisi: 20-06-2026; Dipublikasi: 23-06-2026

### Abstract

This study aims to analyze students' conceptual understanding of triangle concepts in Euclidean and Non-Euclidean geometry through the implementation of exploratory learning. The study was conducted using a quantitative descriptive approach involving 30 twelfth-grade students at SMA Methodist Antiokhia Pancur Batu. Data were collected through observation and a Likert-scale questionnaire consisting of 20 statement items based on four indicators, namely understanding of Euclidean geometry, understanding of Non-Euclidean geometry, conceptual understanding of triangles, and cognitive impact of learning. The data were analyzed using descriptive statistical techniques by calculating the mean score of each indicator, which generally fell into the high category (range 2.98–3.41), with understanding of Non-Euclidean geometry still slightly lagging behind the other three indicators. The key finding of this study is that exploratory learning effectively encourages students to build a deeper conceptual understanding of triangles through observation, analysis, and discussion, rather than relying on rote procedural memorization. More importantly, integrating Euclidean and Non-Euclidean geometry within a single learning sequence was shown to broaden students' way of thinking: students came to understand not only the properties of triangles on flat planes but also that these properties can change on curved surfaces, resulting in a more flexible and contextual understanding of geometry. These findings imply that an integrative approach combining Euclidean and Non-Euclidean geometry has potential as an alternative strategy for teaching geometry at the senior high school level to foster students' critical and analytical thinking skills, while also addressing the gap in Non-Euclidean geometry instruction that remains rarely introduced at the secondary education level.

**Keywords:** exploratory learning; Euclidean geometry; Non-Euclidean geometry; conceptual understanding; triangle concepts

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemahaman konseptual siswa terhadap konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid melalui penerapan pembelajaran eksploratif. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif yang melibatkan 30 siswa kelas XII SMA Methodist Antiokhia Pancur Batu. Pengumpulan data dilakukan melalui observasi dan penyebaran kuesioner skala Likert yang terdiri atas 20 butir pernyataan berdasarkan empat indikator penelitian, yaitu pemahaman geometri Euclid, pemahaman geometri Non-Euclid, pemahaman konseptual segitiga, dan dampak kognitif pembelajaran. Data dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata setiap indikator, yang secara umum berada pada kategori tinggi (rentang 2,98–3,41), dengan pemahaman geometri Non-Euclid masih sedikit tertinggal dibandingkan ketiga indikator lainnya. Temuan utama penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran eksploratif efektif mendorong siswa membangun pemahaman

konsep segitiga secara lebih mendalam melalui kegiatan observasi, analisis, dan diskusi, bukan sekadar menghafal prosedur. Lebih penting lagi, integrasi geometri Euclid dan Non-Euclid dalam satu rangkaian pembelajaran terbukti memperluas cara berpikir siswa, yaitu siswa tidak hanya memahami sifat segitiga pada bidang datar, tetapi juga mulai menyadari bahwa sifat tersebut dapat berubah pada permukaan lengkung, sehingga pemahaman geometri mereka menjadi lebih fleksibel dan kontekstual. Implikasinya, pendekatan integratif ini berpotensi menjadi alternatif strategi pembelajaran geometri di SMA untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa, sekaligus mengisi kesenjangan pembelajaran geometri Non-Euclid yang masih jarang diperkenalkan di jenjang sekolah menengah.

**Kata Kunci:** pembelajaran eksploratif; geometri Euclid; geometri Non-Euclid; pemahaman konseptual; konsep segitiga

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu matematika menunjukkan bahwa konsep geometri tidak hanya terbatas pada geometri Euclid, tetapi juga berkembang menjadi geometri Non-Euclid. Geometri Non-Euclid hadir sebagai bentuk pengembangan terhadap sistem aksioma Euclid dan memberikan sudut pandang baru dalam memahami konsep ruang dan bangun. Salah satu bentuk geometri Non-Euclid yang dapat diperkenalkan kepada siswa adalah geometri sferis, yaitu geometri yang dikaji pada permukaan bola. Pada geometri sferis, jumlah sudut dalam segitiga tidak lagi selalu  $180^\circ$ , melainkan dapat lebih dari  $180^\circ$  tergantung pada kelengkungan permukaan yang digunakan. Konsep tersebut memberikan pengalaman baru bagi siswa bahwa kebenaran matematika tidak selalu bersifat mutlak, tetapi bergantung pada sistem aksioma yang digunakan. Dengan demikian, siswa tidak hanya mempelajari geometri sebagai kumpulan aturan yang harus dihafal, tetapi juga memahami bagaimana suatu konsep matematika dibangun berdasarkan asumsi-asumsi tertentu yang dapat menghasilkan sistem pengetahuan yang berbeda. Pemahaman mengenai keberagaman sistem geometri ini menjadi penting untuk membantu siswa melihat matematika sebagai ilmu yang dinamis dan terus berkembang seiring dengan kebutuhan dalam menjelaskan berbagai fenomena ruang dan bentuk yang ditemukan dalam kehidupan nyata maupun perkembangan ilmu pengetahuan modern (Widada et al., 2020).

Dalam konteks pendidikan matematika, pengenalan geometri Non-Euclid dinilai mampu memperluas pemahaman siswa mengenai hakikat geometri dan hubungan antaraksioma dalam membangun suatu sistem matematika. Pembelajaran geometri Non-Euclid memungkinkan siswa untuk melihat bahwa konsep-konsep yang selama ini dipelajari dalam geometri Euclid bukanlah satu-satunya cara dalam memandang ruang dan bentuk. Melalui pengalaman tersebut, siswa dapat mengembangkan pemahaman yang lebih fleksibel terhadap konsep geometri sekaligus meningkatkan kemampuan penalaran dalam menganalisis kesesuaian suatu konsep dengan konteks yang berbeda. Penelitian Nugroho, Sukestiyarno, dan Nurcahyo (2021) menunjukkan bahwa pembelajaran geometri Non-Euclid dapat menjadi alternatif untuk memperkaya wawasan geometris siswa yang selama ini cenderung terbatas pada geometri Euclid. Selain itu, Lugo López et al. (2021) menjelaskan bahwa pengenalan geometri Non-Euclid melalui aktivitas

eksploratif dan penggunaan media geometri dinamis dapat membantu siswa memahami konsep geometri secara lebih mendalam serta meningkatkan kemampuan penalaran matematis. Hasil penelitian Widada et al. (2020) juga menunjukkan bahwa aktivitas pembuktian dalam geometri Non-Euclid dapat mendorong siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir deduktif dan argumentasi matematis secara lebih baik. Di samping itu, Agusdianita et al. (2021) menjelaskan bahwa eksplorasi konsep geometri melalui konteks yang dekat dengan pengalaman siswa dapat meningkatkan kebermaknaan pembelajaran dan membantu siswa mengonstruksi konsep secara mandiri. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa integrasi geometri Non-Euclid dalam pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai perluasan materi, tetapi juga sebagai sarana untuk membangun pemahaman konseptual yang lebih kuat terhadap prinsip-prinsip dasar geometri.

Pengenalan konsep geometri Non-Euclid dalam pembelajaran memiliki potensi besar untuk memperluas wawasan matematis siswa. Ketika siswa menemukan bahwa konsep yang selama ini mereka yakini dapat berubah pada sistem yang berbeda, maka akan muncul konflik kognitif yang mendorong siswa untuk berpikir lebih kritis dan reflektif. Menurut teori perkembangan kognitif Piaget, konflik kognitif merupakan salah satu faktor penting dalam proses pembentukan pengetahuan baru melalui mekanisme asimilasi dan akomodasi. Dalam konteks pembelajaran geometri, pengalaman membandingkan konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid dapat membantu siswa membangun pemahaman konsep yang lebih fleksibel dan mendalam. Siswa tidak hanya memahami bahwa jumlah sudut segitiga pada bidang datar selalu  $180^\circ$ , tetapi juga memahami alasan mengapa sifat tersebut dapat berubah ketika konsep segitiga ditempatkan pada ruang yang memiliki kelengkungan. Proses perbandingan tersebut mendorong siswa untuk melakukan analisis, interpretasi, dan evaluasi terhadap konsep yang dipelajari sehingga pemahaman yang terbentuk tidak hanya bersifat prosedural, tetapi juga konseptual. Melalui kegiatan eksplorasi dan refleksi, siswa dapat menyadari bahwa suatu konsep matematika tidak berdiri sendiri, melainkan dipengaruhi oleh asumsi dan sistem yang mendasarinya sehingga kemampuan berpikir kritis dan kemampuan membuat generalisasi matematis dapat berkembang secara lebih optimal.

Penelitian Rahmawati et al. (2021) menunjukkan bahwa pengintegrasian konsep geometri Non-Euclid dalam pembelajaran matematika mampu meningkatkan kemampuan berpikir reflektif dan fleksibilitas kognitif siswa. Temuan tersebut diperkuat oleh Nugroho et al. (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran geometri Non-Euclid dapat meningkatkan kemampuan spasial siswa melalui aktivitas eksplorasi dan visualisasi konsep-konsep geometri pada ruang lengkung. Kemampuan spasial merupakan salah satu aspek penting dalam pembelajaran geometri karena berkaitan dengan kemampuan siswa dalam membayangkan, memanipulasi, dan memahami hubungan antarobjek dalam ruang. Melalui aktivitas eksploratif yang melibatkan model konkret maupun representasi visual, siswa memperoleh kesempatan untuk menghubungkan konsep abstrak dengan pengalaman belajar yang lebih nyata. Sejalan

dengan hal tersebut, Herawaty et al. (2020) menjelaskan bahwa penggunaan visualisasi dan representasi geometri yang beragam dapat membantu siswa membangun pemahaman spasial yang lebih baik serta meningkatkan kemampuan mereka dalam menginterpretasikan hubungan geometris. Lebih lanjut, Noviyanti, Sudirman, dan Rodríguez-Nieto (2025) menjelaskan bahwa pembelajaran geometri Non-Euclid yang dirancang secara eksploratif mampu mendukung pengembangan pemahaman konseptual serta keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran matematika. Oleh karena itu, integrasi geometri Euclid dan Non-Euclid dalam pembelajaran dapat menjadi salah satu alternatif inovasi yang relevan untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, memperkuat pemahaman konsep, serta membangun cara pandang matematis yang lebih luas dan mendalam pada diri siswa.

## 2. METODE PELAKSANAAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif yang bertujuan untuk menggambarkan pemahaman konseptual siswa terhadap konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid setelah mengikuti pembelajaran eksploratif. Pendekatan kuantitatif digunakan karena data penelitian diperoleh dalam bentuk skor hasil pengisian angket, sedangkan metode deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran secara sistematis mengenai tingkat pemahaman siswa dan respons siswa terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan. Penelitian ini tidak bertujuan untuk menguji pengaruh atau efektivitas pembelajaran eksploratif karena tidak menggunakan desain eksperimen, kelompok kontrol, maupun pengukuran sebelum dan sesudah pembelajaran.

Penelitian dilaksanakan pada tanggal 27 Februari 2026 di SMA Methodist Antiokhia Pancur Batu. Pemilihan lokasi penelitian didasarkan pada pertimbangan bahwa sekolah memiliki lingkungan pembelajaran yang mendukung pelaksanaan pembelajaran aktif dan diskusi kelompok dalam pembelajaran matematika. Selain itu, siswa kelas XII dipilih karena telah mempelajari konsep dasar geometri, seperti garis, sudut, dan segitiga, sehingga memiliki kemampuan awal yang cukup untuk memahami konsep geometri Euclid dan Non-Euclid.

Subjek penelitian terdiri atas 30 siswa kelas XII yang dipilih menggunakan teknik purposive sampling. Teknik tersebut digunakan karena pemilihan sampel dilakukan berdasarkan tujuan tertentu, yaitu siswa yang telah memperoleh materi dasar geometri pada pembelajaran sebelumnya serta memiliki kemampuan untuk mengikuti proses eksplorasi konsep secara analitis.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui empat tahapan utama, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan pembelajaran, tahap pengumpulan data, dan tahap analisis data.

## 2.1 Tahap Persiapan

Pada tahap persiapan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran berupa modul pembelajaran eksploratif, lembar aktivitas siswa (LAS), media pembelajaran, serta instrumen penelitian yang digunakan selama kegiatan berlangsung. Materi pembelajaran dirancang dengan mengintegrasikan konsep geometri Euclid dan Non-Euclid secara bertahap agar siswa mampu memahami perbedaan karakteristik kedua sistem geometri tersebut melalui proses eksplorasi dan analisis konsep.

Selain itu, peneliti menyusun kisi-kisi instrumen penelitian berdasarkan indikator yang ditetapkan. Penyusunan indikator dilakukan agar data yang diperoleh mampu memberikan gambaran mengenai pemahaman siswa terhadap konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid setelah mengikuti pembelajaran eksploratif.

**Tabel 1.** Indikator Penelitian

No	Indikator Penelitian	Deskripsi Pengukuran
1	Pemahaman geometri Euclid	Kemampuan siswa memahami konsep segitiga pada bidang datar dan jumlah sudut segitiga sebesar $180^\circ$
2	Pemahaman geometri Non-Euclid	Kemampuan siswa memahami bahwa jumlah sudut segitiga dapat berbeda pada bidang lengkung
3	Pemahaman konseptual	Kemampuan siswa menjelaskan dan membandingkan konsep pada kedua sistem geometri
4	Dampak kognitif pembelajaran	Kemampuan berpikir kritis dan fleksibilitas berpikir siswa setelah mengikuti pembelajaran eksploratif

Instrumen penelitian yang digunakan berupa angket skala Likert empat tingkat yang terdiri atas kategori Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS). Angket terdiri atas 20 butir pernyataan yang disusun berdasarkan empat indikator penelitian.

Contoh pernyataan pada instrumen meliputi: (1) *Saya memahami bahwa jumlah sudut segitiga pada bidang datar adalah  $180^\circ$* , (2) *Saya memahami bahwa jumlah sudut segitiga pada bidang lengkung dapat berbeda dari  $180^\circ$* , (3) *Saya dapat menjelaskan perbedaan konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid*, serta (4) *Pembelajaran membantu saya menganalisis konsep geometri dari berbagai sudut pandang*.

## 2.2 Tahap Pelaksanaan Pembelajaran

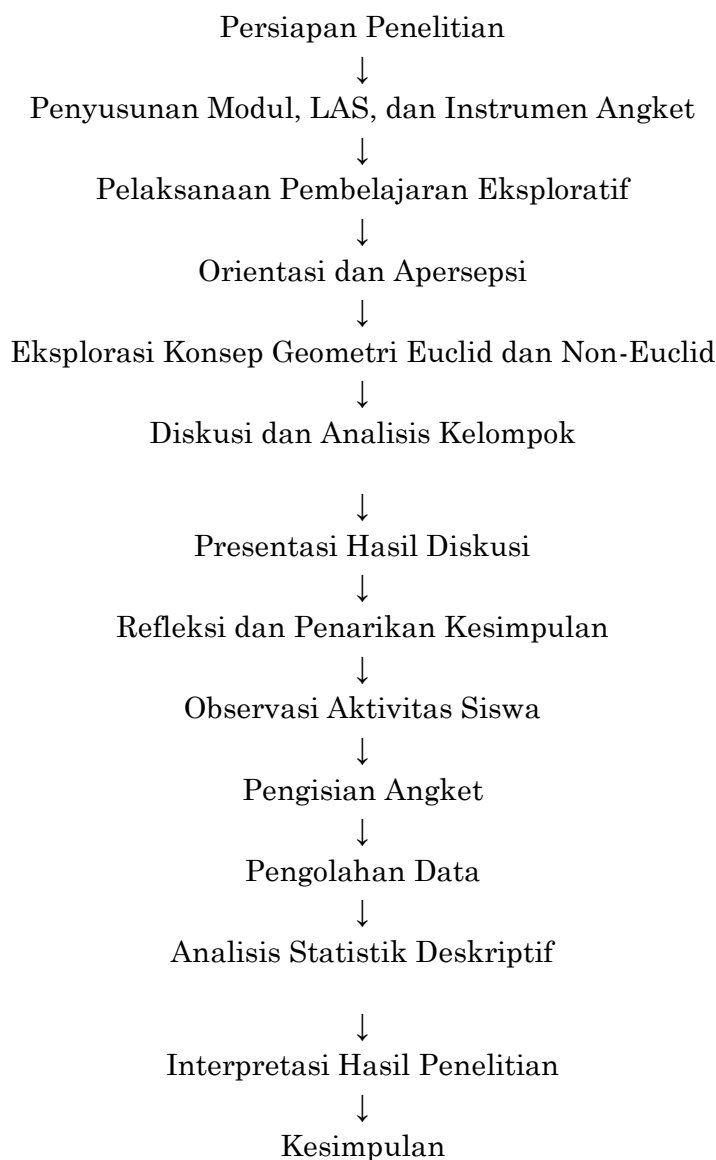
Pembelajaran dilaksanakan menggunakan pendekatan eksploratif yang bertujuan memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun pemahaman konsep melalui kegiatan observasi, analisis, diskusi, dan refleksi. Agar prosedur pembelajaran lebih

sistematis, tahapan pembelajaran eksploratif yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel berikut.

**Tabel 2.** Kategori Tingkat Pemahaman Siswa

Tahap	Aktivitas Guru	Aktivitas Siswa
Orientasi dan Pemberian Masalah	Guru memperkenalkan konsep segitiga pada geometri Euclid dan memberikan permasalahan terkait jumlah sudut segitiga pada berbagai bentuk permukaan.	Siswa mengamati permasalahan yang diberikan dan mengemukakan pendapat awal berdasarkan pengetahuan yang dimiliki.
Eksplorasi Konsep	Guru memberikan ilustrasi, gambar, atau media yang menunjukkan segitiga pada bidang datar dan bidang lengkung.	Siswa mengamati, mengidentifikasi, dan mengeksplorasi perbedaan karakteristik segitiga pada kedua sistem geometri.
Diskusi dan Analisis	Guru membimbing diskusi kelompok serta mengarahkan siswa untuk membandingkan hasil pengamatan.	Siswa berdiskusi, menganalisis hasil eksplorasi, dan membandingkan konsep geometri Euclid dan Non-Euclid.
Presentasi Hasil	Guru memberikan kesempatan kepada kelompok untuk menyampaikan hasil diskusi.	Siswa mempresentasikan hasil analisis dan memberikan tanggapan terhadap kelompok lain.
Refleksi dan Penarikan Kesimpulan	Guru memfasilitasi refleksi serta membantu siswa menyimpulkan konsep yang telah dipelajari.	Siswa menyimpulkan perbedaan konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid serta merefleksikan proses pembelajaran yang telah dilakukan.

Berdasarkan sintaks tersebut, siswa melakukan eksplorasi terhadap konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid melalui kegiatan observasi gambar, analisis karakteristik bangun, diskusi kelompok, serta presentasi hasil temuan. Kegiatan ini dirancang agar siswa dapat memahami bahwa sifat-sifat geometri dapat berbeda bergantung pada sistem aksioma dan bentuk ruang yang digunakan.



**Gambar 1.** Diagram Alur Penelitian

### 2.3 Tahap Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi dan penyebaran kuesioner. Observasi dilakukan selama proses pembelajaran berlangsung untuk melihat tingkat partisipasi siswa, kemampuan siswa dalam berdiskusi, kemampuan menganalisis konsep, serta respons siswa terhadap pembelajaran eksploratif yang diterapkan.

Setelah kegiatan pembelajaran selesai dilaksanakan, siswa diminta mengisi kuesioner sesuai dengan pengalaman belajar yang diperoleh selama proses pembelajaran berlangsung. Instrumen penelitian terdiri atas 20 butir pernyataan yang disusun berdasarkan indikator penelitian.

**Tabel 3.** Distribusi Butir Pernyataan Instrumen Penelitian

No	Indikator	Nomor Pernyataan	Jumlah Pernyataan
1	Pemahaman Geometri Euclid	1-5	5
2	Pemahaman Geometri Non-Euclid	6-10	5
3	Pemahaman Konseptual	11-15	5
4	Dampak Kognitif Pembelajaran	16-20	5
Total		1-20	20

## 2.4 Tahap Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata (mean) setiap indikator penelitian. Perhitungan nilai rata-rata dilakukan menggunakan rumus:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

Keterangan:

- $\bar{x}$  = nilai rata-rata;
- $\sum x$  = jumlah seluruh skor jawaban responden;
- $n$  = jumlah responden.

Rumus tersebut digunakan untuk mengetahui rata-rata skor pada setiap indikator penelitian sehingga diperoleh gambaran tingkat pemahaman konseptual siswa terhadap konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid.

Hasil perhitungan rata-rata kemudian dikategorikan berdasarkan interval penilaian berikut.

**Tabel 3.** Kategori Tingkat Pemahaman Siswa

Interval Nilai Mean	Kategori
3,26 – 4,00	Sangat Tinggi
2,51 – 3,25	Tinggi
1,76 – 2,50	Cukup Tinggi
1,00 – 1,75	Rendah

Selain analisis kuantitatif, peneliti juga melakukan analisis deskriptif terhadap hasil observasi selama proses pembelajaran untuk memperkuat interpretasi data penelitian.

Analisis tersebut digunakan untuk melihat bagaimana pembelajaran eksploratif mampu membantu siswa memahami konsep segitiga secara lebih fleksibel melalui proses membandingkan karakteristik geometri Euclid dan Non-Euclid.

Melalui penerapan pembelajaran eksploratif, siswa tidak hanya memahami konsep secara prosedural, tetapi juga mampu membangun pemahaman konseptual melalui proses analisis, diskusi, dan refleksi. Dengan demikian, pembelajaran yang dilakukan diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa serta memberikan pengalaman belajar matematika yang lebih bermakna, kontekstual, dan mendukung perkembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran geometri.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian diperoleh melalui penyebaran kuesioner kepada 30 siswa kelas XII SMA Methodist Antiokhia Pancur Batu setelah mengikuti pembelajaran eksploratif mengenai konsep segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid. Instrumen penelitian terdiri atas 20 butir pernyataan yang disusun berdasarkan empat indikator penelitian, yaitu pemahaman geometri Euclid, pemahaman geometri Non-Euclid, pemahaman konseptual segitiga, dan dampak kognitif pembelajaran.

Data penelitian dianalisis menggunakan teknik statistik deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata (mean) setiap indikator penelitian. Hasil pengolahan data digunakan untuk melihat tingkat pemahaman konseptual siswa setelah mengikuti pembelajaran eksploratif pada materi geometri.

Adapun hasil pengolahan data penelitian disajikan pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Hasil Rata-rata Pemahaman Konseptual Siswa

No	Indikator Penelitian	Jumlah Skor	Mean	Persentase	Kategori
1	Pemahaman Geometri Euclid	398	3,32	83%	Tinggi
2	Pemahaman Geometri Non-Euclid	357	2,98	74%	Cukup Tinggi
3	Pemahaman Konseptual Segitiga	409	3,41	85%	Tinggi
4	Dampak Kognitif Pembelajaran	392	3,27	81%	Tinggi

Berdasarkan Tabel 1, indikator pemahaman konseptual segitiga memperoleh nilai rata-rata tertinggi sebesar 3,41 dengan persentase sebesar 85% dan berada pada kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran eksploratif mampu membantu

siswa memahami konsep segitiga secara lebih mendalam melalui proses membandingkan karakteristik geometri Euclid dan Non-Euclid. Tingginya nilai pada indikator tersebut menunjukkan bahwa siswa tidak hanya memahami konsep secara prosedural, tetapi juga mulai mampu menjelaskan hubungan dan perbedaan konsep pada kedua sistem geometri secara konseptual.

Indikator pemahaman geometri Euclid memperoleh nilai rata-rata sebesar 3,32 dengan persentase sebesar 83% dan berada pada kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar siswa telah memahami konsep dasar segitiga pada bidang datar, khususnya mengenai jumlah sudut segitiga sebesar  $180^\circ$ . Tingginya nilai pada indikator tersebut dipengaruhi oleh pengalaman belajar siswa sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada konsep geometri Euclid dalam pembelajaran matematika di sekolah.

Sementara itu, indikator pemahaman geometri Non-Euclid memperoleh nilai rata-rata sebesar 2,98 dengan persentase sebesar 74% dan berada pada kategori cukup tinggi. Nilai tersebut merupakan nilai terendah dibandingkan indikator lainnya. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sebagian siswa masih mengalami kesulitan memahami konsep geometri pada bidang lengkung karena konsep geometri Non-Euclid masih tergolong baru dan jarang diperkenalkan dalam pembelajaran matematika di sekolah.

Pada indikator dampak kognitif pembelajaran diperoleh nilai rata-rata sebesar 3,27 dengan persentase sebesar 81% dan berada pada kategori tinggi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran eksploratif memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir siswa, khususnya dalam menganalisis, membandingkan, dan mengevaluasi konsep pada kedua sistem geometri.

Selain hasil rata-rata, distribusi tingkat pemahaman siswa juga dianalisis untuk melihat persebaran kategori pemahaman siswa pada setiap indikator penelitian. Hasil distribusi tersebut disajikan pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Distribusi Tingkat Pemahaman Siswa

Indikator	Sangat Tinggi	Tinggi	Cukup Tinggi	Rendah
Pemahaman Geometri Euclid	12 siswa	15 siswa	3 siswa	0 siswa
Pemahaman Geometri Non-Euclid	6 siswa	14 siswa	10 siswa	0 siswa
Pemahaman Konseptual Segitiga	13 siswa	14 siswa	3 siswa	0 siswa
Dampak Kognitif Pembelajaran	11 siswa	15 siswa	4 siswa	0 siswa

Berdasarkan Tabel 2, sebagian besar siswa berada pada kategori tinggi dan sangat tinggi pada indikator pemahaman konseptual segitiga dan dampak kognitif pembelajaran. Hal tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran eksploratif mampu membantu siswa memahami konsep secara lebih fleksibel melalui proses observasi, analisis, dan diskusi kelompok.

Namun demikian, pada indikator pemahaman geometri Non-Euclid masih terdapat 10 siswa yang berada pada kategori cukup tinggi. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa sebagian siswa masih memerlukan waktu lebih lama untuk memahami konsep geometri pada bidang lengkung karena konsep tersebut belum banyak dipelajari sebelumnya.

Selain data kuantitatif, hasil observasi selama proses pembelajaran juga menunjukkan adanya peningkatan aktivitas belajar siswa. Sebagian besar siswa terlihat lebih aktif dalam berdiskusi dan mengemukakan pendapat ketika diberikan kegiatan eksplorasi dan perbandingan konsep. Siswa menunjukkan rasa ingin tahu yang tinggi ketika menemukan bahwa jumlah sudut segitiga pada permukaan lengkung dapat berbeda dari konsep yang selama ini mereka pahami pada geometri Euclid.

### **3.2 Pembahasan**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran eksploratif memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konseptual siswa pada materi segitiga dalam geometri Euclid dan Non-Euclid. Tingginya nilai rata-rata pada indikator pemahaman geometri Euclid menunjukkan bahwa siswa telah memiliki pemahaman awal yang cukup baik mengenai konsep dasar segitiga pada bidang datar, khususnya terkait jumlah sudut segitiga sebesar  $180^\circ$ . Kondisi tersebut dipengaruhi oleh proses pembelajaran matematika di sekolah yang selama ini lebih banyak menekankan konsep geometri Euclid sebagai dasar pembelajaran geometri. Menurut Ruseffendi (2016), pembelajaran matematika di sekolah pada umumnya masih berorientasi pada penguasaan konsep prosedural dan penyelesaian soal rutin sehingga siswa lebih terbiasa memahami aturan-aturan yang berlaku pada geometri bidang datar.

Pemahaman yang baik terhadap geometri Euclid juga terlihat dari kemampuan siswa dalam menjelaskan sifat-sifat dasar segitiga, seperti hubungan antar sudut dan karakteristik bangun pada bidang datar. Hasil ini menunjukkan bahwa konsep-konsep tersebut telah tertanam cukup kuat dalam struktur kognitif siswa karena diperkenalkan secara bertahap sejak jenjang pendidikan dasar hingga menengah. Pendapat tersebut diperkuat oleh penelitian Hidayat dan Sariningsih (2018) yang menyatakan bahwa pemahaman matematis siswa pada materi geometri cenderung lebih baik ketika konsep yang dipelajari bersifat konkret dan sering ditemukan dalam pembelajaran sehari-hari.

Namun demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemahaman siswa terhadap geometri Non-Euclid masih lebih rendah dibandingkan geometri Euclid. Hal ini terlihat

dari nilai rata-rata indikator pemahaman geometri Non-Euclid sebesar 2,98 dengan persentase 74%, yang merupakan nilai terendah dibandingkan indikator lainnya. Rendahnya pemahaman tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor pertama adalah kuatnya pemahaman awal siswa terhadap konsep geometri Euclid. Sejak sekolah dasar hingga sekolah menengah, siswa selalu diperkenalkan bahwa jumlah sudut dalam segitiga adalah  $180^\circ$ . Ketika diperkenalkan pada konsep geometri Non-Euclid yang menunjukkan bahwa jumlah sudut segitiga dapat lebih besar atau lebih kecil dari  $180^\circ$  tergantung pada ruang yang digunakan, sebagian siswa mengalami kesulitan untuk menerima dan menyesuaikan konsep baru tersebut.

Secara matematis, pada geometri Euclid berlaku prinsip bahwa jumlah sudut dalam suatu segitiga adalah  $180^\circ$ . Sementara itu, pada geometri Non-Euclid, khususnya geometri sferis, jumlah sudut segitiga dapat lebih dari  $180^\circ$  karena segitiga dibentuk pada permukaan lengkung. Perbedaan ini menjadi pengalaman baru bagi siswa karena bertentangan dengan konsep yang selama ini mereka pahami pada geometri Euclid. Menurut Greenberg (2010), salah satu tantangan utama dalam mempelajari geometri Non-Euclid adalah perubahan cara pandang terhadap ruang dan sifat-sifat geometri yang selama ini dianggap berlaku secara universal.

Faktor kedua yang menyebabkan rendahnya pemahaman geometri Non-Euclid adalah tingkat abstraksi materi yang lebih tinggi. Berbeda dengan geometri Euclid yang dipelajari pada bidang datar, geometri Non-Euclid melibatkan konsep ruang lengkung yang tidak mudah divisualisasikan oleh siswa. Akibatnya, siswa memerlukan kemampuan visualisasi spasial yang lebih baik untuk memahami bagaimana sifat-sifat segitiga dapat berubah pada ruang yang berbeda. Dalam penelitian ini, beberapa siswa masih mengalami kesulitan ketika diminta menjelaskan hubungan antara bentuk permukaan dengan jumlah sudut segitiga yang terbentuk.

Faktor ketiga adalah minimnya pengalaman belajar siswa terhadap geometri Non-Euclid. Berdasarkan hasil observasi selama penelitian, sebagian besar siswa mengaku belum pernah mempelajari konsep geometri Non-Euclid secara khusus pada pembelajaran sebelumnya. Akibatnya, siswa belum memiliki pengalaman konseptual yang cukup untuk menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki. Kondisi ini sesuai dengan teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa proses pembelajaran berlangsung melalui proses asimilasi dan akomodasi pengetahuan baru ke dalam struktur kognitif yang telah dimiliki sebelumnya (Piaget, 1972).

Meskipun demikian, pendekatan eksploratif yang diterapkan dalam penelitian ini terbukti mampu membantu siswa membangun pemahaman yang lebih baik terhadap konsep geometri Non-Euclid. Melalui kegiatan observasi, diskusi kelompok, analisis gambar, dan perbandingan konsep, siswa mulai memahami bahwa sifat-sifat geometri tidak selalu bersifat mutlak, tetapi bergantung pada sistem aksioma dan bentuk ruang

yang digunakan. Proses eksplorasi tersebut memberikan kesempatan kepada siswa untuk menemukan sendiri hubungan antara konsep geometri Euclid dan Non-Euclid sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna.

Tingginya nilai pada indikator pemahaman konseptual segitiga menunjukkan bahwa pendekatan eksploratif mampu membantu siswa memahami konsep secara lebih mendalam. Siswa tidak hanya menghafal rumus dan sifat-sifat segitiga, tetapi juga memahami alasan matematis yang menyebabkan terjadinya perbedaan konsep pada dua sistem geometri tersebut. Hal ini sejalan dengan pendapat Van de Walle (2013) yang menyatakan bahwa pemahaman konseptual merupakan fondasi penting dalam pembelajaran matematika karena memungkinkan siswa menghubungkan berbagai konsep secara bermakna.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Sari dan Wijaya (2022) yang menunjukkan bahwa pembelajaran eksploratif dapat meningkatkan pemahaman konseptual siswa karena memberikan kesempatan kepada siswa untuk membangun pengetahuan melalui proses observasi, analisis, dan refleksi secara aktif. Selain itu, penelitian Putri dan Zulkardi (2019) menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis eksplorasi dan pendekatan kontekstual mampu meningkatkan pemahaman konsep matematika secara signifikan.

Selain meningkatkan pemahaman konseptual, pembelajaran eksploratif dalam penelitian ini juga memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir siswa. Hal tersebut terlihat dari nilai rata-rata indikator dampak kognitif pembelajaran sebesar 3,27 dengan kategori tinggi. Selama kegiatan pembelajaran berlangsung, siswa terlihat lebih aktif dalam berdiskusi, mengemukakan pendapat, serta memberikan argumentasi terhadap perbedaan konsep geometri Euclid dan Non-Euclid. Kemampuan siswa dalam memberikan argumentasi matematis menunjukkan bahwa pembelajaran eksploratif mampu mendorong berkembangnya kemampuan berpikir tingkat tinggi atau Higher Order Thinking Skills (HOTS). Menurut National Council of Teachers of Mathematics (2014), pembelajaran matematika seharusnya tidak hanya berfokus pada kemampuan menghitung, tetapi juga mengembangkan kemampuan penalaran, komunikasi matematis, dan pemecahan masalah.

Dari segi implikasi, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran geometri, khususnya konsep segitiga, perlu dikembangkan melalui pendekatan yang lebih variatif dan eksploratif. Guru tidak hanya berperan sebagai penyampai informasi, tetapi juga sebagai fasilitator yang membantu siswa membangun pemahaman konsep melalui proses observasi, analisis, dan refleksi. Penggunaan media visual seperti model bola, globe, atau perangkat lunak geometri dinamis juga dapat membantu siswa memahami konsep geometri Non-Euclid yang bersifat abstrak sehingga proses pembelajaran menjadi lebih efektif.

Namun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya jumlah subjek penelitian yang relatif terbatas pada siswa kelas XII SMA Methodist Antiokhia Pancur Batu dan waktu pelaksanaan penelitian yang relatif singkat. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar serta menggunakan desain pembelajaran yang lebih beragam agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif mengenai pemahaman konsep geometri Euclid dan Non-Euclid pada siswa sekolah menengah.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran eksploratif memberikan pengaruh positif terhadap pemahaman konseptual siswa pada materi segitiga dalam geometri Euclid dan Non-Euclid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar siswa memiliki tingkat pemahaman yang tinggi terhadap konsep geometri Euclid, khususnya mengenai jumlah sudut segitiga pada bidang datar sebesar  $180^\circ$ . Selain itu, siswa juga mulai memahami bahwa pada geometri Non-Euclid, khususnya geometri sferis, jumlah sudut segitiga dapat berbeda bergantung pada bentuk permukaan yang digunakan.

Penerapan pembelajaran eksploratif mampu membantu siswa membangun pemahaman konsep secara lebih mendalam melalui kegiatan observasi, analisis, dan diskusi kelompok. Melalui proses tersebut, siswa tidak hanya memahami konsep secara prosedural, tetapi juga mampu menjelaskan perbedaan karakteristik segitiga pada geometri Euclid dan Non-Euclid secara konseptual. Pembelajaran eksploratif juga memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan analisis matematis siswa karena siswa dilatih untuk membandingkan, mengevaluasi, dan menyimpulkan konsep berdasarkan hasil eksplorasi yang dilakukan selama proses pembelajaran.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi konsep geometri Euclid dan Non-Euclid dalam pembelajaran matematika dapat menjadi alternatif pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan pemahaman konseptual siswa. Selain memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, pendekatan eksploratif juga mampu membantu siswa memahami bahwa konsep matematika tidak selalu bersifat mutlak, tetapi dapat berkembang sesuai dengan sistem aksioma dan bentuk ruang yang digunakan. Dengan demikian, pembelajaran geometri melalui pendekatan eksploratif diharapkan dapat mendukung pengembangan kemampuan berpikir logis, kritis, dan reflektif siswa dalam pembelajaran matematika.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis

mengucapkan terima kasih kepada pihak SMA Methodist Antiokhia Pancur Batu yang telah memberikan izin dan kesempatan untuk melaksanakan penelitian, serta kepada siswa kelas XII yang telah berpartisipasi selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada dosen pembimbing dan seluruh pihak yang telah memberikan bimbingan, masukan, serta dukungan dalam penyusunan penelitian ini.

## 6. REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, pembelajaran eksploratif pada konsep segitiga dalam geometri Euclid dan Non-Euclid menunjukkan adanya pengaruh positif terhadap pemahaman konseptual siswa. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan pembelajaran geometri dengan menggunakan pendekatan yang lebih variatif dan inovatif agar siswa dapat memahami konsep matematika secara lebih mendalam dan tidak hanya berfokus pada hafalan rumus. Penelitian berikutnya juga dapat mengembangkan penggunaan media pembelajaran interaktif, seperti aplikasi geometri dinamis atau visualisasi berbasis teknologi, untuk membantu siswa memahami konsep geometri Non-Euclid yang bersifat abstrak sehingga pembelajaran menjadi lebih konkret dan menarik.

Selain itu, penelitian selanjutnya diharapkan dapat melibatkan jumlah subjek yang lebih besar dan dilakukan pada jenjang pendidikan yang berbeda agar diperoleh hasil penelitian yang lebih luas dan komprehensif. Penelitian juga dapat diarahkan pada pengaruh pembelajaran eksploratif terhadap kemampuan matematis lainnya, seperti kemampuan pemecahan masalah, komunikasi matematis, kemampuan representasi matematis, serta kemampuan berpikir kreatif siswa dalam pembelajaran geometri.

Dalam pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa hambatan yang mempengaruhi hasil penelitian. Salah satu hambatan yang ditemukan adalah keterbatasan waktu pelaksanaan pembelajaran sehingga proses eksplorasi konsep belum dapat dilakukan secara lebih mendalam. Selain itu, konsep geometri Non-Euclid masih tergolong baru bagi siswa sehingga sebagian siswa memerlukan waktu lebih lama untuk memahami konsep pada bidang lengkung. Perbedaan tingkat kemampuan akademik siswa juga menjadi salah satu faktor yang memengaruhi proses pemahaman konsep selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Oleh karena itu, pada penelitian selanjutnya diperlukan perencanaan waktu yang lebih optimal serta penggunaan media dan strategi pembelajaran yang lebih variatif agar proses eksplorasi konsep dapat berjalan secara lebih efektif dan mendalam.

## 7. REFERENSI

Agusdianita, N., Widada, W., Afriani, N. H., et al. (2021). The Exploration of Elementary Geometry Concepts Based on Tabot Culture in Bengkulu. *Journal of Physics: Conference Series*.

- Greenberg, M. J. (2010). *Euclidean and Non-Euclidean Geometries: Development and History* (4th ed.). New York, NY: W. H. Freeman.
- Herawaty, D., Khrisnawati, E., Widada, W., et al. (2020). Ethnomathematics in Geometry Learning: Development of Students' Spatial Understanding Through Local Culture. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Hidayat, W., & Sariningsih, R. (2018). Kemampuan pemahaman matematis dan minat belajar siswa SMP melalui pembelajaran berbasis masalah. *Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 3(1), 18–24.
- Lugo López, C., Rodríguez, M., & Pérez, J. (2021). From Euclidean Geometry to Non-Euclidean Geometry, in Particular Hyperbolic Geometry, in *Secondary Education Through Dynamic Geometry*. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(14), 4611–4620
- Piaget, J. (1972). *The Psychology of the Child*. New York, NY: Basic Books.
- Putri, R. I. I., & Zulkardi. (2019). Exploring students' understanding of geometry through contextual learning. *Journal on Mathematics Education*, 10(2), 215–226.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2014). *Principles to actions: Ensuring mathematical success for all*. National Council of Teachers of Mathematics.
- Noviyanti, N., Sudirman, & Rodríguez-Nieto, C. A. (2025). Transformation of Mathematical Knowledge for Teaching Non-Euclidean Geometry Concept Through E-Learning Based on the Theory of Didactic Situations Using a Multiphase Mixed Method. *Jurnal Innovatio: Journal for Religious Innovation Studies*, 25(1), 1–18.
- Nugroho, A., Sukestiyarno, Y. L., & Nurcahyo, A. (2021). The Weaknesses of Euclidean Geometry: A Step of Needs Analysis of Non-Euclidean Geometry Learning Through an Ethnomathematics Approach. *Edumatika: Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 4(2), 93–102.
- Nugroho, A., Sukestiyarno, Y. L., Rochmad, & Wardono. (2022). Students' Spatial Ability in Learning Non-Euclid Geometry Through Ethnomathematics Approach. *Journal of Positive School Psychology*, 6(8), 8672–8681.
- Rahmawati, D., Nugroho, A., & Prasetyo, Z. K. (2021). Exploring students' understanding of non-Euclidean geometry using dynamic geometry software. *Journal of Mathematics Education*, 12(2), 145–158.
- Ruseffendi, E. T. (2016). *Pengantar kepada membantu guru mengembangkan kompetensinya dalam pengajaran matematika untuk meningkatkan CBSA*. Tarsito.
- Sari, D. P., & Wijaya, A. (2022). The effectiveness of exploratory learning in improving students' conceptual understanding in mathematics. *Journal of Mathematics Education*, 13(2), 145–158.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2013). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (8th ed.). Pearson Education.
- Widada, W., Herawaty, D., Jumri, R., & Wulandari, H. (2020). Students of the Extended Abstract in Proving Lobachevsky's Parallel Lines Theorem. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Widada, W., Herawaty, D., Hudiria, I., et al. (2020). The Understanding of the Triangle in Lobachevsky Geometry Through Local Culture. *Journal of Physics: Conference Series*.