

BAB 2

LANDASAN TEORETIS

2.1 Kajian Teori

2.1.1 GeoGebra

Menurut Subiono (2021), GeoGebra adalah Perangkat Lunak Matematika Dinamis (Dynamic Mathematics Software (DMS)) untuk pengajaran dan pembelajaran matematika dari sekolah menengah sampai tingkat perguruan tinggi. Geogebra mendukung pembelajaran interaktif dan visual, khususnya dalam bidang geometri yang sangat efektif untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep geometri secara visual dan interaktif. GeoGebra memungkinkan peserta didik untuk memahami konsep geometri dengan cara yang lebih konkrit melalui visualisasi objek yang dinamis. Dengan bantuan GeoGebra, peserta didik dapat secara interaktif melakukan eksplorasi dan manipulasi langsung terhadap transformasi geometri, seperti refleksi, rotasi, translasi, dan dilatasi, yang dilakukan secara mandiri dengan panduan dan arahan dari guru. Rahmadi et al. (Suciati et al., 2022) juga mengatakan bahwa GeoGebra berfungsi sebagai aplikasi pembelajaran geometri yang membantu membuat objek matematika menjadi dinamis dan menghubungkan konsep matematika melalui gambar visual. Hal ini memudahkan peserta didik untuk memahami materi yang biasanya dianggap sulit. Penggunaan GeoGebra meningkatkan keterlibatan peserta didik dan mendorong eksplorasi ide-ide matematika dengan cara yang menyenangkan. Sebagai alat pembelajaran, GeoGebra sangat membantu guru dalam menyampaikan materi dengan cara yang lebih menarik dan memudahkan peserta didik dalam menguasai konsep-konsep abstrak. Software ini dapat diakses secara gratis dan digunakan pada berbagai platform, sehingga sangat fleksibel untuk berbagai kegiatan pembelajaran. Selain itu, Kustiawati mengemukakan bahwa GeoGebra dapat mengembangkan minat dan motivasi belajar peserta didik dalam mengeksplorasi gagasan/ide dan kecakapannya (Suciati et al., 2022).

Menurut Rohman (2011), GeoGebra merupakan perangkat lunak interaktif dalam bidang matematika yang berfungsi sebagai sarana pendukung proses pembelajaran matematika. Perangkat lunak ini memiliki peran krusial dalam menjembatani sifat abstrak konsep matematis dengan representasi visual dan nyata, sehingga memudahkan

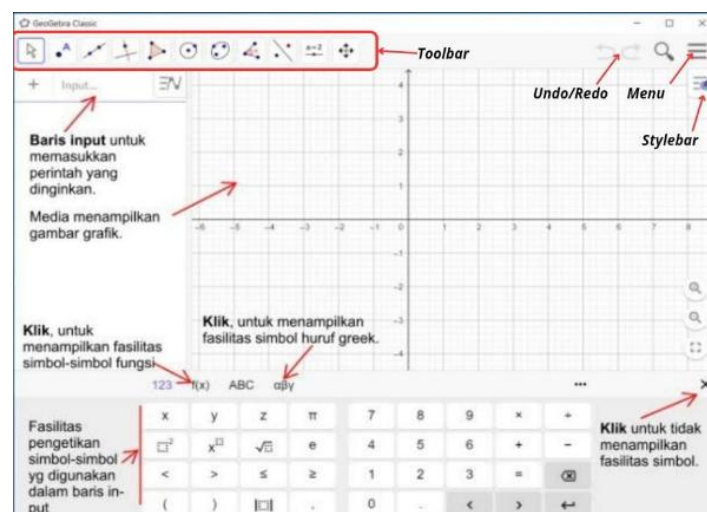
eksplorasi dan penemuan pola. Kekuatan utama GeoGebra terletak pada kemampuan menyajikan hubungan antara aljabar dan geometri secara *real-time* dan dinamis. Fungsi ini diperkuat oleh Hohenwarter & Fuchs (Ikhlas et al., 2023), yang menyatakan bahwa GeoGebra merupakan media pembelajaran matematika yang memiliki berbagai fungsi yaitu sebagai media demonstrasi dan visualisasi, sebagai alat bantu konstruksi, serta sebagai alat penemuan konsep. GeoGebra memungkinkan guru dan peserta didik melihat konsep matematika dalam bentuk grafis yang dapat berubah secara dinamis sesuai dengan manipulasi yang dilakukan. *Software* ini juga dimanfaatkan sebagai alat bantu konstruksi geometri yang memungkinkan pembuatan bangun dengan presisi tinggi. Melalui fitur animasi dan *dragging*, GeoGebra memberikan pengalaman belajar yang interaktif dan mendalam. Selain geometri, GeoGebra juga mendukung materi aljabar, kalkulus, dan statistik, membuatnya menjadi perangkat multifungsi dalam pembelajaran matematika. Dampak dari penggunaan GeoGebra ini memungkinkan peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik secara signifikan. Selain itu, GeoGebra juga mendorong peserta didik untuk mengembangkan keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis dengan mengamati hasil instan dari setiap perubahan yang ditunjukkan oleh guru. Penggunaan GeoGebra dapat memfasilitasi pembelajaran yang lebih kontekstual dan relevan dengan dunia nyata.

Nur (Rahmah & Yahfizham, 2024) menyatakan bahwa GeoGebra adalah sebuah perangkat lunak yang memungkinkan visualisasi objek matematika yang cepat, akurat, dan efisien. Dengan GeoGebra, peserta didik dapat memahami konsep matematika yang kompleks melalui representasi visual yang jelas dan mudah dimengerti. GeoGebra juga membantu guru dalam menyajikan konsep-konsep matematika abstrak dengan cara yang lebih konkret. Kecepatan dan ketepatan dalam memvisualisasikan objek matematika memungkinkan eksplorasi berbagai macam fungsi dan grafik secara interaktif. Selain itu, GeoGebra mendukung berbagai fitur matematika seperti turunan dan integral, yang memperkaya proses pembelajaran. *Software* ini sangat berguna dalam peningkatan motivasi belajar peserta didik karena memberikan pengalaman belajar yang menarik dan interaktif. Visualisasi dinamis yang disajikan melalui GeoGebra, memungkinkan peserta didik untuk belajar secara aktif melalui observasi dan penemuan konsep. Hal ini membuat GeoGebra menjadi alat pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kualitas pendidikan matematika.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa GeoGebra merupakan perangkat lunak matematika dinamis yang sangat penting dalam pembelajaran matematika karena kemampuannya untuk menggabungkan visualisasi, interaktivitas, dan manipulasi konsep matematika secara langsung. GeoGebra memungkinkan kemampuan pemahaman konsep yang abstrak menjadi lebih konkret dan memfasilitasi proses belajar yang aktif dan eksploratif. Dengan kemampuan sebagai media demonstrasi, visualisasi, alat bantu konstruksi, dan alat bantu penemuan konsep, GeoGebra mendukung guru maupun peserta didik dalam proses pembelajaran matematika yang lebih efektif dan menyenangkan. Selain itu, kecepatan, akurasi, dan kemudahan penggunaan GeoGebra membuatnya menjadi alat pembelajaran yang sangat bermanfaat untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar peserta didik. Dengan demikian, GeoGebra tidak hanya sekadar perangkat lunak, tetapi juga merupakan inovasi penting dalam pendidikan matematika modern yang mendukung proses pembelajaran yang lebih interaktif dan berpusat pada peserta didik.

Karakteristik GeoGebra menurut Hohenwarter dan Fuchs (Ikhlas et al., 2023) meliputi berbagai aspek yang menjadikan GeoGebra alat bantu pembelajaran yang efektif. GeoGebra memiliki tiga fungsi utama yaitu sebagai alat demonstrasi dan visualisasi, alat bantu konstruksi, serta alat bantu penemuan konsep matematika. Fungsi sebagai alat demonstrasi dan visualisasi, GeoGebra memudahkan guru untuk menunjukkan konsep matematika yang abstrak secara visual, sehingga peserta didik dapat melihat gambaran yang lebih nyata dan memudahkan pemahaman, seperti memvisualisasikan transformasi geometri yang sulit dijelaskan hanya dengan kata-kata atau gambar statis. Fungsi konstruksi membantu peserta didik memahami urutan dan struktur konsep matematika secara sistematis, karena peserta didik dapat secara mandiri membangun bangun datar transformasi langkah demi langkah menggunakan fitur konstruksi GeoGebra. Selain itu, fungsi penemuan konsep mendorong peserta didik untuk melakukan eksplorasi aktif melalui observasi dan percobaan, sehingga peserta didik dapat membuat dugaan, mengujinya, serta menemukan pola dan merumuskan kesimpulan secara mandiri. Dengan kemampuannya menampilkan berbagai representasi matematika secara simultan, seperti grafik, aljabar, dan geometri, GeoGebra mendukung pemahaman konsep matematis peserta didik secara lebih mendalam dan bermakna.

Dalam penelitian ini, perangkat lunak yang dipilih adalah GeoGebra Classic, yang dapat diakses melalui laman <https://www.geogebra.org/classic>. Pemilihan versi *Classic* ini didasarkan pada pertimbangan bahwa ia menyediakan rangkaian fungsi yang lebih lengkap dan komprehensif untuk mendukung implementasi *Discovery Learning*, karena memungkinkan adanya visualisasi, konstruksi, dan eksplorasi dinamis secara maksimal dalam materi Transformasi Geometri. Tampilan awal GeoGebra dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut:



Gambar 2. 1 Tampilan Awal GeoGebra

Sumber: Subiono (2021)

Tampilan awal GeoGebra Classic (seperti yang terlihat pada Gambar 2.1) memiliki desain yang fungsional dan terbagi menjadi beberapa jendela utama (*Views*) yang bekerja secara sinergis.

- **Jendela Grafik**

Kanvas utama untuk menampilkan representasi geometris objek pada bidang koordinat Kartesius. Jendela ini memungkinkan observasi visual dinamis dari Transformasi Geometri.

- **Jendela Aljabar**

Jendela ini menampilkan representasi numerik dan simbolik (koordinat, persamaan) dari setiap objek di Jendela Grafik secara *real-time*, membantu menghubungkan Geometri dengan Aljabar.

- **Toolbar**

Berisi kumpulan *tools* untuk konstruksi geometris dan transformasi (seperti *tool* untuk membuat titik, garis, dan transformasi refleksi atau rotasi).

- *Input Bar*

Input bar atau bilah masukan digunakan untuk memasukkan perintah, fungsi, atau koordinat secara langsung menggunakan bahasa matematika. Bilah ini sangat penting untuk menunjukkan bagaimana rumus aljabar diterjemahkan menjadi gambar geometris.

- *Style Bar*

Memungkinkan pengguna untuk mengatur tampilan visual objek yang dipilih (misalnya, mengubah warna, ketebalan garis, atau gaya titik). Ini penting untuk demonstrasi yang jelas.

- *Menu*

Menu ini mencakup *File* (untuk mengelola file baru, membuka, atau mengeksport pekerjaan), *Edit* (untuk membatalkan atau menyunting konstruksi), dan *View* (untuk mengatur tampilan jendela yang aktif). Lebih lanjut, Menu *Option* memungkinkan penyesuaian fitur tampilan, seperti pengaturan huruf dan gaya objek geometris.

- *Undo/Redo*

Tombol navigasi yang memungkinkan guru mengoreksi atau mengulang langkah-langkah konstruksi secara cepat, memfasilitasi proses eksplorasi yang efektif tanpa harus memulai dari awal.

Secara keseluruhan, GeoGebra merupakan perangkat lunak matematika interaktif yang sangat bermanfaat dalam proses pembelajaran, khususnya pada materi transformasi geometri. Aplikasi ini berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan konsep matematis yang abstrak dengan realitas visual. Ini dicapai melalui representasi visual yang dinamis yang disediakan, sehingga secara signifikan memudahkan peserta didik dalam melakukan eksplorasi, merumuskan dugaan (hipotesis), dan menemukan pola atau sifat-sifat konsep secara lebih terstruktur. Pemanfaatan ini sangat mendukung tercapainya kemampuan pemahaman konsep matematis. Selain itu, penggunaan GeoGebra dapat meningkatkan motivasi belajar karena menghadirkan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Oleh karena itu, GeoGebra layak digunakan sebagai salah satu media pembelajaran yang mendukung pencapaian kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik.

2.1.2 Model Discovery Learning

Discovery Learning merupakan model pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pusat kegiatan belajar melalui proses menemukan, menyimpulkan, dan membangun konsep secara aktif. Menurut Syamsidah et al. (2022), *Discovery Learning* merupakan model pembelajaran yang efektif dan menyenangkan yang menuntut partisipasi aktif peserta didik baik dalam perencanaan, pelaksanaan, maupun penilaian. Hal ini didukung oleh pendapat Hamalik (Prasetyo & Abduh, 2021) yang mengatakan bahwa *Discovery Learning* merupakan suatu model untuk mengembangkan cara belajar peserta didik aktif dengan menemukan dan menyelidiki maka hasil yang diperoleh akan tahan lama dalam ingatan tidak akan mudah dilupakan peserta didik. Selain itu, metode ini tidak hanya melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik, tetapi juga menumbuhkan rasa ingin tahu dan kemandirian dalam belajar. Model pembelajaran ini mendorong peserta didik untuk memahami makna suatu konsep secara mendalam, tidak sekadar menghafalnya secara mekanik. Dengan demikian, *Discovery Learning* memberikan suasana belajar yang lebih dinamis dan memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif dalam proses pembelajaran.

Menurut Salamun et al. (2023), *Discovery Learning* didefinisikan sebagai teori pembelajaran konstruktivis berbasis inkuiri yang menempatkan peserta didik aktif dalam situasi pemecahan masalah, di mana mereka didorong memanfaatkan pengalaman dan pengetahuan yang sudah ada guna menemukan serta mengkonstruksi fakta, hubungan, atau kebenaran baru. Hal ini sejalan dengan pandangan Jerome Bruner (Sinaga et al., 2020), dimana *Discovery Learning* adalah model belajar yang mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan dan menarik kesimpulan dari prinsip-prinsip umum praktis sebagai contoh pengalaman. Dalam model ini, peserta didik dilatih untuk menjadi penemu pengetahuan dengan melakukan eksplorasi dan investigasi terhadap materi. Bruner (Sinaga et al., 2020) menekankan pentingnya peserta didik untuk terlibat secara langsung dalam proses pembelajaran, sehingga mereka dapat mengembangkan kemampuan berpikir analitis dan sintesis yang kuat. Proses pembelajaran yang demikian memungkinkan peserta didik untuk membangun pemahaman yang lebih komprehensif dan bermakna. Hal ini juga memperkuat peran peserta didik sebagai pelaku utama dalam pembelajaran, bukan sekadar penerima informasi dari guru.

Kharismawati et al. (2020) dalam bukunya mengatakan bahwa *Discovery Learning* merupakan model belajar yang mendorong peserta didik untuk menemukan sendiri konsep atau pengetahuan lewat pengalaman belajar yang aktif, bukan hanya menerima penjelasan dari guru. Pandangan ini mempertegas bahwa pengetahuan merupakan hasil konstruksi mandiri peserta didik, bukan transfer pasif dari pendidik. Dalam konteks ini, peran guru mengalami pergeseran fungsi; guru tidak lagi menjadi sumber informasi utama, melainkan berperan sebagai pendamping atau fasilitator yang menyediakan lingkungan dan bahan ajar yang relevan. Ini berarti guru bertugas menyusun kerangka kegiatan yang memicu rasa ingin tahu, sementara peserta didik mengambil peran utama dalam proses menemukan konsep tersebut. Melalui penemuan aktif ini, pembelajaran menjadi lebih personal dan bermakna bagi peserta didik. Dengan demikian, model *Discovery Learning* efektif dalam mempromosikan kemandirian dan kreativitas sebagai hasil dari pengalaman belajar yang dihidupkan.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas, maka dapat disimpulkan bahwa *Discovery Learning* adalah model pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai pusat aktif dalam proses menemukan dan membangun pengetahuan secara mandiri. Model pembelajaran ini tidak hanya fokus pada hafalan, tetapi lebih menekankan pada pemahaman mendalam, keterlibatan aktif, serta pengalaman belajar yang bermakna. *Discovery Learning* juga didukung oleh teori konstruktivisme yang menganggap proses belajar sebagai pembangunan pengetahuan melalui pengalaman, dengan peran guru sebagai fasilitator yang mengarahkan. Dengan metode ini, peserta didik mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kemandirian, dan kreativitas yang sangat penting untuk keberhasilan pembelajaran. Selain itu, *Discovery Learning* membantu peserta didik dalam menumbuhkan rasa tanggung jawab terhadap proses belajar mereka sendiri dan memfasilitasi kemampuan transfer pengetahuan ke situasi baru. Proses pembelajaran yang menuntut eksplorasi dan penemuan ini juga memperkuat daya ingat serta kemampuan pemahaman konseptual peserta didik, karena mereka terlibat langsung dalam membangun makna dari materi yang dipelajari. Dengan demikian, penerapan model *Discovery Learning* berpotensi menciptakan suasana belajar yang aktif, kolaboratif, dan menyenangkan, serta mendukung tercapainya tujuan pendidikan yang berorientasi pada pembentukan peserta didik yang berpikir kritis, kreatif, dan mandiri.

Langkah-langkah operasional *Discovery Learning* menurut Kemdikbud (Syamsidah et al., 2022) terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

1) *Stimulation* (Stimulasi)

Pada tahap stimulasi, peserta didik dihadapkan pada suatu masalah yang menimbulkan kebingungan sehingga memunculkan rasa ingin tahu untuk menyelidiki. Guru tidak langsung memberi penjelasan, melainkan mengarahkan melalui pertanyaan, bacaan, atau aktivitas yang memicu eksplorasi. Tujuan tahap ini adalah menciptakan kondisi interaksi belajar yang mendorong peserta didik untuk mulai mengeksplorasi konsep.

2) *Problem Statement* (Identifikasi Masalah)

Setelah stimulasi, peserta didik diberi kesempatan mengidentifikasi berbagai masalah yang berkaitan dengan materi, lalu memilih salah satunya untuk dirumuskan dalam bentuk hipotesis atau jawaban sementara.

3) *Data Collection* (Pengumpulan Data)

Pada tahap ini, peserta didik mengumpulkan informasi yang relevan untuk membuktikan hipotesis, misalnya melalui membaca, mengamati, bertanya, atau melakukan percobaan. Proses ini membuat peserta didik belajar aktif dan menghubungkan masalah dengan pengetahuan yang sudah dimiliki.

4) *Data Processing* (Pengolahan Data)

Peserta didik mengolah informasi yang sudah dikumpulkan melalui berbagai cara, kemudian menafsirkan, mengelompokkan, atau menghitung sesuai kebutuhan. Proses ini membantu membentuk konsep dan generalisasi awal sebagai dasar pengetahuan baru.

5) *Verification* (Verifikasi)

Peserta didik memeriksa kembali hipotesis dengan membandingkan hasil pengolahan data dan informasi. Tahap ini bertujuan membuktikan benar atau tidaknya hipotesis, sekaligus memberi kesempatan bagi peserta didik untuk menemukan konsep atau aturan melalui contoh nyata.

6) *Generalization* (Generalisasi)

Pada tahap ini, peserta didik menarik kesimpulan yang berlaku untuk semua masalah yang sama dengan memperhatikan hasilnya dan menekankan pentingnya penguasaan pelajaran atas makna dan prinsip yang luas yang mendasari pengalaman seseorang.

Menurut Hanafiah dan Suhana (Astuti et al., 2021), model pembelajaran ini memiliki beberapa fungsi utama dalam mengembangkan kualitas diri peserta didik yang melampaui transfer pengetahuan. Fungsi-fungsi tersebut meliputi (a) membangun komitmen belajar yang kuat, di mana peserta didik didorong untuk menunjukkan keterlibatan aktif, kesungguhan, dan loyalitas dalam upaya mencari dan menemukan konsep-konsep baru selama pembelajaran berlangsung; (b) mengembangkan sikap inovatif dengan membentuk dan membangun sikap kreatif dan inovatif di kalangan peserta didik sebagai modal penting untuk mencapai tujuan pengajaran; serta (c) memperkuat kepercayaan diri dengan menumbuhkan sikap percaya diri dan keterbukaan (*open-minded*) dalam menerima dan mempertanggungjawabkan hasil penemuan yang telah mereka peroleh. Secara keseluruhan, model ini menekankan pembentukan karakter peserta didik sebagai pembelajar yang bertanggung jawab dan proaktif.

Menurut Suherman dkk. (Susana Afria (2019); Syamsidah et al., 2022), model *Discovery Learning* menawarkan beberapa keunggulan utama yang signifikan dalam proses pembelajaran:

- 1) Peningkatan Keaktifan Kognitif: Model ini mendorong peserta didik untuk berpikir aktif, kreatif, dan mandiri dalam menggunakan kemampuan kognitif mereka untuk menemukan hasil atau konsep pembelajaran.
- 2) Pemahaman Konseptual Mendalam: Karena peserta didik terlibat langsung dalam proses menemukan materi ajar, pemahaman yang diperoleh menjadi lebih bermakna (*meaningful learning*) dan memiliki daya ingat yang lebih lama dibandingkan metode pasif.
- 3) Motivasi dan Kepuasan Intrinsik: Keberhasilan dalam menemukan pengetahuan sendiri menimbulkan rasa puas secara internal, yang selanjutnya memicu motivasi dan minat belajar peserta didik untuk melakukan eksplorasi atau penemuan konsep yang baru.
- 4) Kemampuan Transfer Pengetahuan: Pengetahuan dan wawasan yang diperoleh melalui proses penemuan mandiri akan lebih mudah untuk ditransfer dan diaplikasikan pada situasi baru, serta lebih efektif untuk dikomunikasikan kepada orang lain.

- 5) Pengembangan Kemandirian: Metode ini secara berkelanjutan melatih peserta didik untuk bertanggung jawab atas proses belajarnya sendiri, sehingga menumbuhkan kemandirian belajar yang kuat.

Menurut Hosnan (Sinaga et al., 2020) juga berpendapat bahwa model *Discovery Learning* memiliki sejumlah kelebihan. Model ini dapat mendorong peserta didik untuk berpikir dan belajar secara mandiri, menciptakan suasana pembelajaran yang lebih menarik dan menyenangkan, serta menumbuhkan rasa ingin tahu, kemampuan menyelidiki, dan keterampilan merumuskan hipotesis. Selain itu, *Discovery Learning* membantu memperkuat ingatan serta transfer pengetahuan, mengurangi keragu-raguan karena peserta didik diarahkan pada kebenaran, membiasakan peserta didik untuk aktif dan termotivasi, serta memperkuat kemampuan pemahaman konsep dan keterampilan kognitif. Dalam penerapannya, pembelajaran berpusat pada peserta didik sementara guru berperan sebagai fasilitator, sehingga dapat meningkatkan rasa percaya diri sekaligus kemampuan bekerja sama.

Namun, *Discovery Learning* juga memiliki kelemahan. Guru sering kali mengalami kesulitan dalam mendeteksi kesalahpahaman peserta didik, proses pembelajaran membutuhkan waktu relatif lama, dan peran guru menjadi lebih berat karena dituntut sebagai pembimbing sekaligus motivator. Selain itu, tidak semua peserta didik mampu melakukan penemuan secara mandiri, dan model ini tidak dapat diterapkan pada seluruh materi pelajaran (Hosnan, 2014; Sinaga et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan adanya modifikasi model atau integrasi media inovatif untuk memitigasi keterbatasan waktu dan kesulitan pemahaman yang inheren dalam model pembelajaran penemuan ini.

Kelemahan atau kekurangan *Discovery Learning* juga diungkapkan oleh Kurniasih dkk. (Susana Afria (2019); Syamsidah et al., 2022) sebagai berikut:

- 1) Model ini didasarkan pada asumsi bahwa semua peserta didik memiliki kesiapan dan kemampuan dasar untuk terlibat dalam proses penemuan mandiri, padahal tingkat kesiapan setiap peserta didik bisa sangat bervariasi.
- 2) Implementasi *Discovery Learning* membutuhkan alokasi waktu yang cukup lama untuk memandu setiap peserta didik dalam menemukan konsep. Oleh karena itu, model ini sering dinilai tidak efisien ketika diterapkan pada kelas dengan jumlah peserta didik yang sangat banyak.

- 3) Keberhasilan model ini dapat terhambat ketika guru masih terbiasa dengan metode pengajaran tradisional atau konvensional, sehingga kesulitan dalam bertransisi menjadi fasilitator murni.
- 4) Model ini cenderung lebih cocok untuk mengembangkan kemampuan pemahaman konseptual, namun kurang mendapat perhatian dalam pengembangan aspek lain secara keseluruhan, seperti penguasaan teori formal atau keterampilan prosedural secara menyeluruh.
- 5) Meskipun model ini mendorong penemuan, kesempatan bagi peserta didik untuk menemukan konsep sepenuhnya secara mandiri dapat terbatas karena materi atau permasalahan yang dieksplorasi sering kali sudah dipilih dan terstruktur terlebih dahulu oleh guru.

Dengan demikian, *Discovery Learning* pada dasarnya menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran, di mana mereka diajak untuk menemukan dan membangun sendiri pengetahuannya. Model ini membuat peserta didik lebih mandiri, rasa ingin tahunya tumbuh, dan pemahamannya lebih kuat. Meski butuh waktu lebih banyak dan tidak semua materi cocok, *Discovery Learning* tetap relevan digunakan karena sejalan dengan tujuan pembelajaran matematika yang mendorong peserta didik aktif berpikir. Dalam konteks pembelajaran matematika, model pembelajaran ini mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dan kreatif, serta mengembangkan pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep matematika.

2.1.3 Teori Belajar Model *Discovery Learning*

2.1.3.1 Teori Belajar Jerome S. Bruner

Bruner merupakan salah satu tokoh dalam perkembangan kognitif yang mempopulerkan konsep *Learning by Discovery* (belajar melalui penemuan). Teori belajar kognitif yang dikemukakan oleh Bruner memandang bahwa belajar bukan sekadar proses penerimaan informasi secara pasif, melainkan sebuah aktivitas mental yang dinamis. Menurut Bruner (Suzana & Jayanto, 2021), belajar merupakan proses aktif di mana individu memperoleh pengetahuan baru melalui kegiatan mencari dan menemukan konsep secara mandiri. Dalam pandangan ini, struktur kognitif masing-masing individu memegang peranan krusial dalam mengorganisasi data atau

pengetahuan barunya, sehingga pengalaman belajar yang serupa tetap dapat menghasilkan pemaknaan yang unik dan berbeda pada setiap peserta didik.

Sejalan dengan teori Bruner (Maskun & Rachmedita, 2018), belajar adalah proses interaksi aktif di mana individu tidak hanya menerima informasi, melainkan membangun pengetahuan melalui konstruksi makna yang dipandu oleh kerangka konseptualnya sendiri (*model of the world*). Konsep ini menjelaskan bagaimana informasi baru disaring dan dihubungkan dengan kerangka berpikir yang sudah dimiliki sebelumnya. Keberadaan model tersebut memungkinkan individu untuk melampaui informasi yang diberikan, yakni dengan cara membangun hipotesis dan memprediksi hasil-hasil baru dari proses penemuan yang dilakukan. Hal ini menegaskan bahwa keberhasilan individu dalam memahami suatu fenomena sangat bergantung pada kemampuannya mentransformasikan pengalaman sensorik menjadi struktur mental yang terorganisasi secara logis.

Dalam implementasinya di ranah pendidikan, Bruner (Dewi, 2024) mengusung model *Free Discovery Learning* yang menekankan bahwa proses kognitif akan berjalan optimal jika peserta didik diberi kesempatan untuk menemukan aturan, konsep, maupun definisi secara mandiri. Dalam hal ini, pendidik berperan sebagai fasilitator yang menyajikan berbagai contoh representatif untuk mengarahkan siswa melakukan induksi kognitif, yaitu menarik kesimpulan umum dari fakta-fakta spesifik yang ditemukan. Melalui aktivitas mencari dan menemukan sendiri hubungan antar-informasi tersebut, pengetahuan yang terbentuk menjadi lebih bermakna dan tersimpan kuat dalam struktur ingatan jangka panjang peserta didik.

Bruner (Suzana & Jayanto, 2021) menyatakan bahwa proses perkembangan kognitif dilakukan melalui tiga tahap representasi yang sistematis dan saling berkesinambungan. Proses ini dimulai dari tahap enaktif, di mana peserta didik membangun pengetahuan melalui manipulasi benda konkret secara langsung. Proses ini kemudian berlanjut ke tahap ikonik yang melibatkan penggunaan representasi visual seperti gambar atau grafik untuk menjembatani pemahaman objek nyata ke bentuk mental. Tahap akhir adalah simbolik, di mana peserta didik mampu merepresentasikan pengetahuan menggunakan simbol-simbol abstrak atau bahasa logika, sehingga melalui urutan proses kognitif tersebut, peserta didik dapat menemukan dan mengonstruksi konsep secara mandiri dan mendalam.

Dalam penelitian ini, teori belajar Bruner mendukung penerapan model *Discovery Learning* yang diawali pada tahap stimulasi melalui representasi enaktif dan ikonik, di mana peserta didik berinteraksi dengan fenomena konkret untuk memicu rasa ingin tahu. Proses ini berlanjut pada tahap identifikasi masalah, di mana peserta didik mulai merumuskan hipotesis atau pertanyaan penelitian berdasarkan pengamatan visual tersebut. Dukungan teori ini semakin kuat pada tahap pengumpulan data dan pengolahan data yang memfasilitasi peserta didik membangun gambaran mental yang lebih utuh sebelum memasuki tahap verifikasi. Hingga akhirnya pada tahap menarik kesimpulan generalisasi, peserta didik mampu mentransformasikan seluruh pengalaman fisik dan visualnya ke dalam representasi simbolik berupa rumus atau konsep matematis abstrak secara mandiri. Dengan mengintegrasikan transisi kognitif dari yang nyata ke yang simbolik, model *Discovery Learning* memastikan bahwa hasil generalisasi yang ditemukan peserta didik didasarkan pada konstruksi pemikiran yang utuh dan bermakna.

2.1.3.2 Teori Belajar Lev Vygotsky

Vygotsky merupakan salah satu tokoh dalam perkembangan teori konstruktivisme. Menurut Vygotsky (Baharuddin & Wahyuni, 2015) belajar merupakan suatu proses yang melibatkan dua elemen fundamental, yakni proses biologi sebagai fungsi dasar dan proses psikososial sebagai fungsi mental yang lebih tinggi. Secara biologis, perkembangan kognitif dimulai ketika individu menerima stimulus dari lingkungan melalui alat indera, yang kemudian diproses oleh sistem saraf pusat (otak). Namun, potensi kognitif tersebut hanya akan berkembang secara optimal apabila individu terlibat dalam interaksi sosial dengan lingkungannya. Hal ini menegaskan bahwa perolehan pengetahuan bukan sekadar aktivitas fisik atau biologis semata, melainkan hasil dari konstruksi sosial di mana interaksi antarindividu memegang peranan kunci dalam memperluas pemahaman dan perkembangan intelektual seseorang.

Secara teoretis, Vygotsky (Baharuddin & Wahyuni, 2015) memperkenalkan konsep *Zone of Proximal Development* (ZPD) sebagai area di mana proses belajar terjadi secara optimal. ZPD didefinisikan sebagai jarak antara tingkat perkembangan aktual individu, yakni kemampuan dalam mencapai pemahaman secara mandiri, dengan tingkat perkembangan potensial yang dapat dicapai melalui bimbingan orang dewasa atau kolaborasi dengan pihak lain yang lebih kompeten. Untuk menjembatani celah

perkembangan tersebut, diperlukan mekanisme *scaffolding*, yaitu pemberian dukungan atau bantuan instruksional yang bersifat sementara. Dukungan ini diberikan secara intensif pada tahap awal untuk membantu individu menguasai sesuatu yang kompleks, namun akan dikurangi secara bertahap seiring dengan meningkatnya kemandirian dan kematangan kognitif mereka.

Pada penelitian ini, teori Vygotsky diintegrasikan ke dalam sintaks *Discovery Learning* untuk memfasilitasi perkembangan kognitif peserta didik secara sistematis. Implementasi *scaffolding* dimulai pada tahap stimulasi dan identifikasi masalah, di mana pendidik memberikan bantuan awal berupa fenomena kontekstual untuk memicu rasa ingin tahu peserta didik di dalam *Zone of Proximal Development* (ZPD) mereka. Selanjutnya, pada tahap pengumpulan data dan pengolahan data, interaksi sosial diperkuat melalui diskusi kelompok agar peserta didik dapat saling berbagi pemahaman kognitif dalam mengolah informasi terkait konsep transformasi geometri. Bimbingan pendidik sebagai fasilitator perlahan dikurangi pada tahap verifikasi dan generalisasi, guna memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mendemonstrasikan penguasaan konsepnya secara mandiri. Melalui transisi bantuan yang terukur ini, model *Discovery Learning* memastikan bahwa setiap tahapan penemuan konsep tetap berada dalam jangkauan kognitif peserta didik hingga mencapai pemahaman yang utuh dan bermakna.

2.1.4 Penggunaan GeoGebra dengan Model *Discovery Learning*

Penggunaan GeoGebra sangat mendukung penerapan model *Discovery Learning* karena mampu memfasilitasi peserta didik untuk belajar secara aktif, mandiri, dan kontekstual. Dengan beragam fasilitas yang dimiliki, GeoGebra dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran matematika untuk mendemonstrasikan atau memvisualisasikan konsep-konsep matematis serta sebagai alat bantu untuk mengkonstruksi konsep-konsep matematis (Suritno, 2022). Melalui GeoGebra, konsep abstrak dalam matematika dapat divisualisasikan secara dinamis, sehingga peserta didik dapat mengeksplorasi berbagai kemungkinan, seperti melakukan translasi, rotasi, refleksi, maupun dilatasi pada suatu bangun dan langsung mengamati hasilnya. Dengan cara ini, peserta didik tidak hanya menerima penjelasan guru, tapi juga bisa menyelidiki, membuat dugaan, lalu menguji apakah dugaan itu benar atau tidak. Proses ini sesuai dengan semangat *Discovery Learning*, yaitu menemukan sendiri pengetahuan melalui

pengalaman. Hasil penelitian Suritno (2022) menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menerapkan *Discovery Learning* dan software GeoGebra dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis dan hasil belajar matematika peserta didik karena peserta didik dilatih untuk menghubungkan ide-ide, melihat keterkaitan antar konsep, dan mengaplikasikannya dalam berbagai situasi.

Menurut Mone & Abi, yang diuraikan dalam meta-analisis Noverianto et al. (2024) pembelajaran menggunakan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* terdiri dari enam tahapan sebagai berikut:

Tabel 2. 1 Tahapan *Discovery Learning* Berbantuan GeoGebra

Tahapan	Deskripsi Kegiatan	Peran GeoGebra
Stimulus	Guru menyajikan masalah atau situasi kontekstual untuk merangsang rasa ingin tahu peserta didik.	GeoGebra digunakan untuk menampilkan visualisasi awal objek geometri yang menantang atau membingungkan.
Identifikasi Masalah	Peserta didik merumuskan masalah berdasarkan fenomena yang disajikan, serta membuat hipotesis awal.	Peserta didik mengamati dinamika objek di GeoGebra sebagai dasar dalam menyusun masalah atau pertanyaan.
Pengumpulan Data	Peserta didik mencari dan mengumpulkan informasi relevan melalui eksplorasi, pengamatan, atau eksperimen mandiri.	GeoGebra digunakan untuk memanipulasi objek (rotasi, refleksi, translasi, dilatasi) secara langsung.
Pengolahan Data	Peserta didik menganalisis data/informasi, menarik pola, dan mengkonstruksi konsep dari data yang telah dikumpulkan.	GeoGebra membantu peserta didik membandingkan hasil, menguji hipotesis, dan menarik kesimpulan visual.

Tahapan	Deskripsi Kegiatan	Peran GeoGebra
Verifikasi	Peserta didik mengomunikasikan hasil dan melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran dan kesimpulan yang diperoleh.	Peserta didik menggunakan GeoGebra untuk menguji kembali hasil temuannya atau mengecek konsistensi.
Generalisasi	Peserta didik menarik kesimpulan dan menyusun konsep atau aturan matematika berdasarkan hasil temuan yang telah diverifikasi.	GeoGebra digunakan sebagai media visual untuk mempermudah peserta didik menyimpulkan pola, memvisualisasikan konsep secara umum, dan menyusun aturan atau prinsip matematika.

Sumber: Mone & Abi (Noverianto et al., 2024)

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa penggunaan GeoGebra dalam model *Discovery Learning* memiliki potensi besar dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik pada materi transformasi geometri. GeoGebra memberikan dukungan visual yang interaktif sehingga peserta didik dapat mengeksplorasi konsep secara langsung, sedangkan *Discovery Learning* menyediakan tahapan pembelajaran yang mendorong peserta didik menemukan pengetahuan melalui pengalaman. Kolaborasi keduanya memungkinkan peserta didik tidak hanya memahami definisi dan prosedur, tetapi juga mengaitkan konsep dengan representasi visual maupun situasi nyata. Dengan demikian, model pembelajaran ini relevan dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran matematika di sekolah.

2.1.5 Kemampuan Pemahaman Konsep Matematis

Wildaniati et al. (2021) mendefinisikan kemampuan pemahaman konsep matematis sebagai penguasaan istilah dan simbol matematika yang diindikasikan oleh kemampuan subjek untuk menyampaikan ulang konsep yang dipahami menggunakan

kata-katanya sendiri agar lebih mudah dimengerti, dan diikuti dengan kemampuan mengaplikasikannya. Sejalan dengan itu, Febriani et al. (Meidianti et al., 2022) menyatakan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis mencakup kemampuan menjelaskan, menguraikan, mengomunikasikan kembali konsep dengan bahasa sendiri, serta mengaitkan satu konsep dengan konsep lainnya. Rosmawati & Sritresna (2021) menambahkan bahwa kemampuan ini meliputi proses menyerap, memahami, menguasai, hingga mengaplikasikan konsep-konsep matematika dalam pembelajaran. Definisi tersebut menegaskan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis tidak hanya berkaitan dengan penguasaan materi atau prosedur, tetapi juga kemampuan menghubungkan dan mengintegrasikan berbagai konsep matematika secara bermakna. Menurut Sari, eratnya hubungan antara satu konsep dengan yang lainnya dalam belajar matematika, membuat kemampuan pemahaman konsep sangat penting (Sengkey et al., 2023). Pemahaman konsep yang komprehensif berfungsi sebagai fondasi kognitif bagi peserta didik, sehingga mereka tidak hanya menghafal prosedur, tetapi juga mampu berpikir kritis dan analitis dalam menyelesaikan masalah matematika. Penguasaan konsep yang mendalam memungkinkan pengetahuan matematika bersifat tahan lama dan fungsional, bukan sekadar untuk keperluan ujian.

Kemampuan pemahaman konsep menurut Rini (2024) merupakan salah satu jenjang kemampuan dalam proses berpikir yang esensial, di mana peserta didik dituntut untuk menguasai suatu hal secara mendalam dan mampu melihat serta menganalisisnya dari berbagai sudut pandang. Artinya, pemahaman yang sesungguhnya melibatkan proses penguraian (analisis) dan penggabungan (sintesis) informasi, bukan sekadar pengenalan atau hafalan istilah. Hal ini sejalan dengan pandangan Yurianti et al. (2024), yang menyatakan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis adalah kemampuan dasar yang wajib dimiliki dan dikuasai oleh peserta didik sebelum kemampuan matematika lainnya, karena kemampuan matematika terkait dan berkesinambungan. Jika peserta didik memahami konsep dengan baik, maka proses pembelajaran materi yang lebih kompleks akan lebih mudah dan efektif. Kemampuan pemahaman konsep matematis memungkinkan peserta didik untuk membangun jaringan pengetahuan yang kokoh dan memudahkan mereka dalam mengaplikasikan materi matematika dalam berbagai situasi berbeda, sehingga mampu menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Hal ini didukung oleh pendapat Wahidah bahwa dengan kemampuan pemahaman

konsep matematika, peserta didik juga diantar kepada kemampuan-kemampuan berpikir tingkat tinggi lainnya (Sengkey et al., 2023).

Menurut Kilpatrick et al. (2001), kemampuan pemahaman konsep merupakan kemampuan yang berkenaan dengan memahami ide-ide matematika yang menyeluruh dan fungsional. Definisi ini menjelaskan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis mencakup tidak hanya pengenalan atau hafalan konsep, tetapi pemahaman yang menyeluruh tentang bagaimana konsep-konsep itu berhubungan satu sama lain serta bagaimana operasi yang digunakan dalam matematika dapat dijelaskan dan diaplikasikan secara benar. Seperti pendapat Darmin & Kasmawati (2022), kemampuan pemahaman konsep merupakan salah satu kecakapan matematika di mana peserta didik mampu untuk menguasai konsep, operasi, dan relasi matematis. Pemahaman ini memberikan landasan untuk kemampuan bernalar, karena peserta didik mampu menjelaskan mengapa suatu prosedur itu berhasil, bukan hanya bagaimana cara melakukannya. Melalui pemahaman ini, peserta didik dapat melihat keterkaitan matematis secara luas sehingga tidak hanya belajar secara terpisah, tetapi juga mengintegrasikan pengetahuan dalam konteks yang bermakna dan fungsional. Dengan demikian, kemampuan pemahaman konsep menjadi penentu utama apakah peserta didik dapat menggunakan pengetahuan matematika mereka secara fleksibel untuk memecahkan masalah baru yang belum pernah ditemui sebelumnya.

Berdasarkan beberapa pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis dalam matematika merupakan kemampuan fundamental yang memungkinkan peserta didik untuk menghubungkan, mengintegrasikan, dan memahami konsep-konsep matematika secara mendalam. Hal ini bukan sekadar hafalan atau prosedur mekanis, melainkan pemahaman makna dan hubungan antar konsep yang membentuk dasar bagi perkembangan kemampuan matematika yang lebih tinggi dan berpikir kritis. Dengan kemampuan pemahaman konsep matematis yang kuat, peserta didik akan mampu mengaplikasikan matematika secara efektif dan kreatif di berbagai konteks kehidupan dan pembelajaran.

Penguasaan kemampuan pemahaman konsep matematis pada seseorang ditandai dengan ciri-ciri atau karakteristik khusus yang membedakannya dari individu lain. Menurut Kilpatrick et al. (2001), indikator dari kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik yaitu sebagai berikut:

- 1) Menyatakan ulang konsep secara verbal yang telah dipelajari
- 2) Mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan dipenuhi atau tidaknya persyaratan untuk membentuk konsep tersebut
- 3) Menerapkan konsep secara algoritma
- 4) Memberikan contoh dan bukan contoh
- 5) Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis
- 6) Mengaitkan berbagai konsep

Menurut Depdikbud (Sengkey et al., 2023), indikator penilaian kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik yaitu sebagai berikut:

- 1) Mengutarakan kembali ide yang telah dipelajari secara tertulis
- 2) Mengkategorikan topik-topik berdasarkan terpenuhi atau tidak suatu syarat yang membentuk konsep tersebut
- 3) Memberi contoh dan non contoh dari suatu konsep yang telah dipelajarinya
- 4) Mengemukakan konsep dalam beragam bentuk representasi matematis (grafik, tabel, gambar, diagram, model matematika, sketsa, dan lain-lain)
- 5) Mengaplikasikan konsep dalam pemecahan masalah yang bermakna terhadap konsep yang dipelajari

Indikator yang menunjukkan kemampuan pemahaman konsep dalam penilaian kelas untuk Sekolah Menengah Pertama berdasarkan Badan Standar Nasional Pendidikan (BNSP)(Sengkey et al., 2023) antara lain:

- 1) Mengemukakan kembali suatu konsep
- 2) Mengkategorikan topik berdasarkan sifat-sifat tertentu sesuai dengan konsepnya
- 3) Memberikan contoh dan non contoh dari konsep
- 4) Mengemukakan konsep dalam beragam bentuk representasi matematis
- 5) Mengelaborasi syarat perlu atau cukup tidaknya suatu konsep
- 6) Memilih prosedur tertentu, menggunakan serta memanfaatkannya
- 7) Menerapkan konsep atau algoritma penyelesaian suatu masalah

Berdasarkan beberapa pendapat diatas, indikator kemampuan pemahaman konsep matematis yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada pendapat Kilpatrick et al. (2001) yang mencerminkan pemahaman mendalam terhadap konsep matematika pada materi Transformasi Geometri. Oleh karena itu, penjelasan setiap

indikator kemampuan pemahaman konsep matematis yang digunakan dijabarkan berdasarkan Wardani (2023) sebagai berikut:

1) Menyatakan ulang konsep secara verbal yang telah dipelajari

Peserta didik mampu mengungkapkan kembali suatu konsep matematika dengan menggunakan bahasa sendiri tanpa mengubah makna konsep tersebut. Kemampuan ini menunjukkan bahwa peserta didik memahami konsep yang dipelajari dan tidak sekadar menghafal definisi atau rumus.

2) Mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan dipenuhi atau tidaknya persyaratan untuk membentuk konsep tersebut

Peserta didik untuk mengelompokkan objek matematika berdasarkan kesesuaian objek tersebut dengan definisi, sifat, atau syarat suatu konsep. Kemampuan ini mencerminkan pemahaman peserta didik terhadap karakteristik dan ciri utama suatu konsep.

3) Menerapkan konsep secara algoritma

Peserta didik mampu menerapkan langkah-langkah atau prosedur penyelesaian secara sistematis dan tepat dalam menyelesaikan permasalahan matematika sesuai dengan konsep yang dipelajari. Indikator ini menekankan pada kemampuan peserta didik dalam menggunakan konsep secara prosedural dan logis untuk memperoleh solusi yang benar.

4) Memberikan contoh dan bukan contoh

Peserta didik mampu memberikan contoh dan bukan contoh dari suatu konsep matematika berdasarkan terpenuhi atau tidaknya persyaratan konsep tersebut. Kemampuan ini menunjukkan bahwa peserta didik memahami batasan suatu konsep secara jelas.

5) Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis

Peserta didik mampu menyajikan suatu konsep matematika dalam berbagai bentuk representasi, seperti simbol, gambar, grafik, tabel, atau model matematika lainnya. Kemampuan representasi ini penting untuk membantu peserta didik memahami konsep secara lebih mendalam dan fleksibel.

6) Mengaitkan berbagai konsep

Peserta didik mampu mengaitkan berbagai konsep dalam materi Transformasi Geometri, seperti translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi, sehingga terbentuk

pemahaman yang menyeluruh dan bermakna. Selain itu, peserta didik juga mampu menghubungkan konsep-konsep tersebut baik secara matematis maupun dalam konteks kehidupan nyata.

Berikut contoh soal tes kemampuan pemahaman konsep matematis pada materi transformasi geometri kelas IX beserta jawabannya:

Soal 1: Menyatakan ulang konsep secara verbal yang telah dipelajari

Di sebuah taman kota terdapat sebuah tiang lampu utama yang dijadikan titik acuan pengukuran. Salah satu lampu hias dipasang dengan jarak 3 satuan ke arah timur dan 4 satuan ke arah utara dari tiang utama tersebut. Pada saat renovasi taman, posisi lampu hias itu diubah dengan cara diputar 90° berlawanan arah jarum jam mengelilingi tiang utama agar tata letaknya tampak lebih simetris.

Berdasarkan peristiwa tersebut, tunjukkan bahwa jaraknya terhadap tiang utama tidak berubah, serta nyatakan kembali bagaimana perpindahan posisi lampu hias terjadi pada transformasi rotasi!

Jawaban:

Posisi awal lampu: $(3, 4)$

Rotasi 90° berlawanan arah jarum jam:

$$(3, 4) \rightarrow (-4, 3)$$

Jarak sebelum rotasi:

$$\sqrt{3^2 + 4^2} = 5$$

Jarak sesudah rotasi:

$$\sqrt{(-4)^2 + 3^2} = 5$$

Pada transformasi rotasi, lampu hias berpindah dengan cara diputar mengelilingi satu titik pusat tertentu dengan sudut tertentu. Walaupun posisinya berubah, jarak lampu terhadap tiang utama tetap sama. Hal ini menunjukkan bahwa rotasi memindahkan objek dengan sudut tertentu tanpa mengubah jaraknya dari titik pusat maupun bentuk dan ukurannya.

Soal 2: Mengklasifikasikan objek-objek berdasarkan dipenuhi atau tidaknya persyaratan untuk membentuk konsep tersebut

Pada kegiatan pembuatan pola lantai untuk ruang pameran di sekolah, sebuah ubin dekoratif berbentuk persegi panjang diletakkan pada lantai berpola koordinat. Ubin tersebut memiliki panjang 2 satuan dan lebar 2 satuan. Salah satu sudutnya berada 1 satuan ke timur dan 2 satuan ke utara dari titik asal serta sisi-sisinya sejajar dengan sumbu-sumbu koordinat. Untuk keperluan desain, ubin tersebut dicetak ulang dengan tiga cara berikut:

1. Cetakan A: Seluruh bagian ubin dipindahkan 3 satuan ke timur dan 1 satuan ke selatan.
2. Cetakan B: Seluruh bagian ubin dipindahkan sehingga setiap bagian ubin berada pada jarak yang sama terhadap sumbu-Y seperti semula, tetapi berada di sisi yang berlawanan dari sumbu tersebut.
3. Cetakan C: Seluruh bagian ubin dipindahkan sehingga jaraknya terhadap titik pusat menjadi dua kali jarak semula.

Tentukan koordinat posisi awal ubin dan posisi ubin pada hasil Cetakan A, B, dan C, kemudian klasifikasikan jenis transformasi yang terjadi pada masing-masing cetakan dengan memberikan alasan matematis berdasarkan kesesuaian sifat-sifat transformasi tersebut.

Jawaban:

Koordinat posisi awal:

Salah satu sudut ubin berada di $(1,2)$, karena panjang dan lebar masing-masing 2 satuan dan sejajar sumbu, maka:

- $A(1,2)$
- $B(3,2)$
- $C(3,4)$
- $D(1,4)$

Posisi hasil cetak ulang:

- Cetakan A

Vektor perpindahan: $(3, -1)$

- $A'(4,1)$
- $B'(6,1)$
- $C'(6,3)$
- $D'(4,3)$

- Cetakan B

Aturan perpindahan: $(x, y) \rightarrow (-x, y)$

- $A''(-1,2)$
- $B''(-3,2)$
- $C''(-3,4)$
- $D''(-1,4)$

-
- Cetakan C

Aturan perpindahan: $(x, y) \rightarrow (2x, 2y)$

- $A'''(2,4)$
- $B'''(6,4)$
- $C'''(6,8)$
- $D'''(2,8)$

Klasifikasi jenis transformasi:

- Cetakan A diklasifikasikan sebagai translasi karena setiap sudut ubin berpindah dengan vektor yang sama, sehingga bentuk dan ukuran ubin tetap.
- Cetakan B diklasifikasikan sebagai refleksi terhadap sumbu-Y karena setiap bagian ubin memiliki jarak yang sama terhadap sumbu-Y, tetapi berada di sisi yang berlawanan.
- Cetakan C diklasifikasikan sebagai dilatasi dengan faktor skala 2 karena jarak setiap sudut ubin terhadap titik pusat berubah secara proporsional, yaitu menjadi dua kali jarak semula.

Soal 3: Menerapkan konsep secara algoritma

Pada sebuah alun-alun kota terdapat sebuah patung kecil yang dijadikan penanda arah. Posisi patung tersebut mula-mula berada 5 satuan ke arah barat dan 1 satuan ke arah selatan dari pusat alun-alun. Dalam rangka penataan ulang, patung tersebut terlebih dahulu dipindahkan 5 satuan ke arah timur dan 3 satuan ke arah utara. Setelah itu, patung diputar 180° terhadap pusat alun-alun agar menghadap arah yang berbeda. Tentukan posisi akhir patung tersebut dengan menunjukkan urutan transformasi yang dilakukan secara sistematis.

Jawaban:

Posisi awal patung berdasarkan sistem koordinat kartesius dengan pusat alun-alun sebagai titik asal $(0,0)$:

- 5 satuan ke arah barat: $x = -5$
- 1 satuan ke arah selatan: $y = -1$

→ Posisi awal patung $P = (-5, -1)$

Langkah 1: Translasi

Patung dipindahkan 5 satuan ke arah timur dan 3 satuan ke arah utara.

→ Vektor Translasi $T = \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \end{pmatrix}$

$$\begin{aligned} P'(x', y') &= P(x, y) + T(a, b) \\ &= P(-5, -1) + T(5, 3) \\ &= (-5 + 5, -1 + 3) \\ &= (0, 2) \end{aligned}$$

Posisi setelah ditranslasi: $P' = (0, 2)$

Langkah 2: Rotasi

Patung diputar 180° terhadap pusat alun-alun $(0, 0)$

→ Aturan rotasi 180° terhadap titik $(0, 0)$: $(x', y') \rightarrow (-x, -y)$

$$\begin{aligned} P''(x'', y'') &= (-x', -y') \\ &= (0, -2) \end{aligned}$$

Posisi setelah dirotasi: $P'' = (0, -2)$

Jadi, posisi akhir patung tersebut berada pada koordinat $(0, -2)$, atau tepatnya berada pada posisi 2 satuan ke arah Selatan dari pusat alun-alun.

Soal 4: Memberikan contoh dan bukan contoh

Seorang desainer grafis sedang mempelajari kembali konsep refleksi pada sistem koordinat agar tidak salah dalam mengedit gambar. Ia merasa masih ragu membedakan perubahan posisi yang termasuk refleksi dan yang bukan refleksi.

Sebagai bantuan kepadanya, buatlah masing-masing satu contoh perubahan posisi objek yang merupakan refleksi dan yang bukan refleksi menggunakan aturan koordinat, kemudian tunjukkan alasan matematis dari kedua contoh tersebut.

Jawaban:

Contoh refleksi:

Objek semula berada di titik $(3, 2)$ dan berubah menjadi $(-3, 2)$.

Pada objek ini koordinat x berubah tanda, sedangkan koordinat y tetap. Hal ini menunjukkan kesimetrian terhadap sumbu- Y , sehingga perubahan tersebut merupakan refleksi.

Bukan contoh refleksi:

Objek semula berada di titik $(1, 4)$ dan berubah menjadi $(4, 6)$.

Perubahan pada objek ini tidak menunjukkan kesimetrian terhadap suatu sumbu atau garis cermin, sehingga bukan merupakan refleksi.

Soal 5: Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematis

Di sebuah persimpangan jalan terdapat papan informasi berbentuk persegi panjang yang dipasang sebagai penunjuk arah. Posisi papan informasi tersebut dapat direpresentasikan oleh dua titik sudut, yaitu:

- sudut kiri bawah berada 1 satuan ke arah timur dan 3 satuan ke arah utara dari titik pusat persimpangan,
- sudut kanan bawah berada 3 satuan ke arah timur dan 3 satuan ke arah utara dari titik pusat persimpangan.

Untuk keperluan penataan ulang, posisi papan tersebut dicerminkan terhadap garis mendatar yang melalui titik pusat persimpangan sehingga tampak simetris terhadap garis tersebut.

Tentukan posisi papan informasi setelah pencerminan, kemudian sajikan hasil pencerminan tersebut dalam bentuk tabel koordinat dan sketsa gambar pada bidang koordinat.

Jawaban:

Misalkan posisi awal titik $A(1, 3)$ dan titik $B(3, 3)$

Refleksi terhadap garis mendatar melalui pusat (sumbu-X):

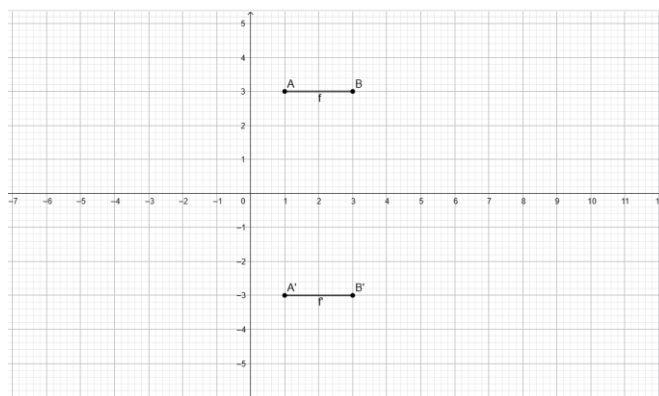
$$A(1, 3) \rightarrow A'(1, -3)$$

$$B(3, 3) \rightarrow B'(3, -3)$$

Hasil pencerminan dalam bentuk tabel koordinat:

Titik Awal	Refleksi terhadap sumbu-X	Koordinat Bayangan
$A(1, 3)$	$(x', y') \rightarrow (x, -y)$	$A'(1, -3)$
$B(3, 3)$	$(x', y') \rightarrow (x, -y)$	$B'(3, -3)$

Sketsa hasil pencerminan pada bidang koordinat:



Soal 6: Mengaitkan berbagai konsep

Pada sebuah pameran arsitektur, ditampilkan sebuah miniatur gedung yang ditempatkan pada posisi 2 satuan ke arah timur dan 1 satuan ke arah selatan dari pusat ruangan pameran. Untuk menyesuaikan tampilan, miniatur tersebut terlebih dahulu diperbesar dengan faktor skala 3 terhadap pusat ruangan. Setelah proses pembesaran, miniatur dipindahkan kembali 4 satuan ke arah barat dan 2 satuan ke arah utara agar sesuai dengan tata letak ruangan.

Tentukan posisi akhir miniatur gedung tersebut, kemudian hubungkan pengaruh dilatasi dan translasi terhadap ukuran dan posisinya berdasarkan hasil perhitungan.

Jawaban:

Misal posisi awal $(2, -1)$

Dilatasi titik dengan skala 3:

$$(2, -1) \rightarrow (2 \times 3, -1 \times 3) \Rightarrow (6, -3)$$

Translasi titik 4 satuan ke barat dan 2 satuan ke utara:

$$(6, -3) \rightarrow (6 - 4, -3 + 2) \Rightarrow (2, -1)$$

Posisi akhir miniatur: $(2, -1)$

Posisi akhir miniatur gedung kembali ke titik semula, yaitu $(2, -1)$. Namun ukuran miniatur menjadi 3 kali lebih besar dibandingkan ukuran awal akibat proses dilatasi.

Translasi hanya mengubah letak miniatur tanpa memengaruhi ukuran dan bentuknya.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa kemampuan pemahaman konsep matematis merupakan kemampuan penting dalam pembelajaran matematika karena menekankan pada keterkaitan makna antar konsep, bukan sekadar menghafal prosedur. Peserta didik yang memiliki kemampuan pemahaman konsep matematis mampu merepresentasikan konsep dalam berbagai bentuk, mengaitkan antar konsep, serta menerapkannya secara fleksibel dalam menyelesaikan masalah. Oleh karena itu, pembentukan kemampuan pemahaman konsep matematis menjadi salah satu tujuan utama pembelajaran matematika, termasuk dalam materi transformasi geometri yang menuntut keterampilan visual sekaligus pemaknaan konsep yang mendalam.

2.1.6 Pengaruh Penggunaan GeoGebra dengan Model *Discovery Learning*

Menurut Sugiyono (2023) pengaruh adalah hubungan kausal di mana perubahan pada variabel bebas akan memicu perubahan pada variabel terikat. Dengan demikian, penggunaan GeoGebra yang diintegrasikan dengan model *Discovery Learning* yang dijadikan variabel bebas berfungsi sebagai penyebab yang dapat menimbulkan perubahan signifikan pada kemampuan pemahaman konsep peserta didik. Sugiyono juga menekankan bahwa dalam penelitian pendidikan, terutama penelitian eksperimen, pengaruh tersebut diperoleh melalui perlakuan tertentu yang diberikan pada kelompok peserta didik, lalu diukur dampaknya terhadap peningkatan hasil belajar. Oleh sebab itu, penting bagi peneliti untuk mengendalikan variabel lain agar pengaruh dari kombinasi GeoGebra dan *Discovery Learning* yang diukur benar-benar valid dan bukan disebabkan oleh faktor eksternal. Konsep ini menegaskan bahwa pembelajaran bukan sekadar transfer informasi, melainkan proses interaksi dinamis yang menghasilkan perubahan kognitif, afektif, dan psikomotorik pada peserta didik, yang menjadi fokus utama pengukuran dalam penelitian pengaruh metode pembelajaran. Dengan demikian, pengaruh pembelajaran dalam penelitian pendidikan adalah bukti adanya perubahan signifikan pada hasil belajar peserta didik akibat perlakuan pembelajaran yang diterapkan (Sugiyono, 2023).

Menurut Siska et al. (2023) pengaruh merupakan bentuk hubungan kausal antarvariabel yang menunjukkan bahwa variabel independen memiliki kemampuan untuk menyebabkan perubahan terhadap variabel dependen melalui perlakuan atau intervensi yang diberikan. Dalam konteks pengajaran, pengaruh pembelajaran didefinisikan sebagai tingkat perubahan hasil belajar peserta didik yang disebabkan oleh penerapan suatu model, metode, atau media tertentu. Penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* ini bertindak sebagai variabel bebas yang bertugas memicu pengaruh positif pada kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik sebagai variabel terikat. Adanya pengaruh akan dibuktikan melalui perbedaan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik yang signifikan antara kelas yang menggunakan GeoGebra dengan kelas tanpa GeoGebra. Dengan demikian, pengujian pengaruh menjadi prosedur krusial untuk mengukur keberhasilan suatu metode pembelajaran yang diperkaya teknologi dalam mengoptimalkan kemampuan pemahaman konsep dan keterlibatan peserta didik.

Menurut Danuri & Maisaroh (2019), pengaruh merupakan hubungan timbal balik kausal antara dua variabel yang saling terkait, di mana setiap perubahan yang terjadi pada variabel bebas akan memicu adanya perubahan pada variabel terikat. Keterkaitan ini secara tegas menunjukkan adanya proses sebab-akibat yang membuktikan bahwa suatu perlakuan atau intervensi mampu menciptakan dampak yang terukur pada variabel lain. Dalam konteks pendidikan, konsep pengaruh digunakan untuk menganalisis dan menjelaskan sejauh mana penerapan model atau strategi pembelajaran mampu menghasilkan perubahan nyata pada aspek pengetahuan, perilaku, maupun hasil belajar peserta didik. Dengan demikian, pengaruh merupakan indikasi adanya kontribusi signifikan dari perlakuan pembelajaran terhadap kompetensi dan kapabilitas peserta didik. Konsep ini menjadi kunci untuk menguji pengaruh suatu intervensi, karena hanya metode yang memiliki pengaruh positif yang signifikan yang dianggap layak untuk diimplementasikan secara luas. Hubungan kausal ini menunjukkan bahwa perubahan hasil belajar yang terdeteksi secara statistik bukanlah kebetulan, melainkan hasil yang sistematis dari perlakuan yang sengaja diterapkan (variabel bebas). Oleh karena itu, pengujian pengaruh penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* bertujuan untuk memvalidasi bahwa perbedaan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik benar-benar disebabkan oleh metode pembelajaran yang diuji, dan bukan oleh faktor-faktor eksternal lainnya.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut mengenai konsep pengaruh, dapat disimpulkan bahwa pengaruh penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* adalah hubungan kausal spesifik yang terjadi antara variabel bebas berupa intervensi pembelajaran berbasis teknologi dan model dengan variabel terikat berupa kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Pengujian pengaruh ini bertujuan untuk membuktikan secara ilmiah bahwa perlakuan spesifik yaitu kombinasi visualisasi dinamis GeoGebra dan langkah-langkah *Discovery Learning* bertindak sebagai penyebab utama yang mampu menghasilkan perubahan positif yang signifikan pada hasil belajar (kemampuan pemahaman konsep matematis) sebagai variabel terikat. Adanya pengaruh dibuktikan melalui perbandingan hasil yang terukur secara statistik antara kelompok yang menerima perlakuan inovatif dan kelompok pembanding, sehingga mengesahkan bahwa kontribusi positif pada kompetensi peserta didik benar-benar disebabkan oleh metode yang diterapkan, dan bukan oleh faktor eksternal lainnya.

Konsep pengaruh ini kemudian diaplikasikan secara operasional dalam penelitian ini untuk menguji pengaruh penggunaan geogebra dengan model *Discovery Learning* terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Penelitian ini melibatkan kelas yang mendapatkan perlakuan pembelajaran dengan bantuan geogebra dengan model *Discovery Learning* dan kelas pembanding yang hanya menggunakan model *Discovery Learning* tanpa GeoGebra. Suatu perlakuan dikatakan berpengaruh apabila rata-rata kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik kelas GeoGebra lebih baik daripada kelas tanpa GeoGebra setelah diberikan perlakuan tersebut. Dalam penelitian ini, pengaruh ditunjukkan dengan hasil analisis statistik melalui uji-t dua sampel independen yang menunjukkan bahwa perlakuan atau metode pembelajaran yang diberikan menghasilkan perbedaan yang berarti terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Sugiyono (2023) menjelaskan bahwa uji-t dua sampel independen digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata dua kelompok yang tidak berpasangan yang dimana jika perbedaan signifikan, maka perlakuan dianggap berpengaruh terhadap hasil penelitian. Dengan demikian, jika nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$ pada taraf signifikansi 0,05 dan rata-rata kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik kelas GeoGebra lebih baik daripada kelas tanpa GeoGebra, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* berpengaruh terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan yang terjadi pada variabel terikat (kemampuan pemahaman konsep matematis) merupakan akibat dari perlakuan pada variabel bebas (penggunaan GeoGebra dengan model *Discovery Learning*) dan bukan disebabkan oleh faktor lain di luar penelitian.

2.1.7 Materi Transformasi Geometri

Transformasi geometri merupakan perubahan suatu bentuk geometri menjadi bentuk geometri yang lain, baik dengan cara digeser, diputar, dicerminkan, atau didilatasikan. Dalam konteks koordinat Kartesius, transformasi adalah perpindahan posisi suatu objek (titik, garis, atau bidang) menjadi bayangan barunya tanpa mengubah sifat-sifat tertentu. Empat jenis transformasi utama pada tingkat SMP/MTs yaitu:

1. Translasi (Pergeseran)

Translasi adalah perubahan posisi suatu objek (titik, garis, atau bangun) dengan ukuran jarak dan arah yang sama. Translasi adalah isometri (transformasi kaku) karena tidak mengubah bentuk maupun ukuran. Relevansi pemahaman konsep pada translasi menuntut kemampuan untuk merepresentasikan pergeseran objek sebagai satu kesatuan arah dan jarak, di mana setiap titik pada objek bergerak pada lintasan yang sejajar sejauh vektor translasinya.

2. Refleksi (Pencerminan)

Refleksi adalah transformasi yang memindahkan setiap titik pada suatu objek dengan menggunakan sifat pada cermin datar. Refleksi juga merupakan isometri. Refleksi membantu peserta didik memahami konsep simetri dan kesebangunan, karena bayangannya identik dengan objek aslinya.

3. Rotasi (Perputaran)

Rotasi adalah transformasi dengan memutar suatu objek sampai sudut dan arah tertentu terhadap titik yang tetap/titik pusat rotasi. Rotasi adalah isometri. Rotasi melatih visualisasi spasial peserta didik karena mereka harus menentukan posisi baru objek berdasarkan sudut dan arah putaran. Relevansi kemampuan pemahaman konsep pada materi refleksi terletak pada kemampuan peserta didik dalam mengonstruksi relasi geometris, di mana setiap titik pada objek asal memiliki jarak tegak lurus yang sama terhadap sumbu cermin sebagaimana titik pada bayangannya. Relevansi pemahaman konsep dalam rotasi menuntut kemampuan visualisasi spasial untuk membayangkan lintasan melingkar objek, di mana setiap titik mempertahankan jarak yang konstan terhadap pusat rotasi meskipun posisinya berubah.

4. Dilatasi (Perkalian)

Dilatasi adalah transformasi yang memperbesar atau memperkecil suatu objek dari titik pusat tertentu dengan faktor skala (k). Dilatasi adalah transformasi yang tidak bersifat isometri karena mengubah ukuran, namun tetap mempertahankan bentuk. Setiap titik A yang didilatasikan pada pusat O dan faktor skala k berlaku $AO' = kOA$.

$$\text{Faktor skala} = \frac{\text{Jarak dari pusat dilatasi ke titik } A'}{\text{Jarak dari pusat dilatasi ke titik } A}$$

Dilatasi dengan pusat O dan faktor skala k dapat dinotasikan dengan $[O, k]$. Relevansi pemahaman konsep dalam dilatasi terlihat pada kemampuan peserta didik untuk

merepresentasikan perubahan ukuran objek secara proporsional, sehingga meskipun dimensinya berubah, bentuk geometrisnya tetap sebangun (similar).

Tabel 2. 2 Rumus dan Representasi dalam Koordinat

Jenis Transformasi	Representasi Titik Bayangan (x', y')
Translasi $T(a, b)$	$P(x, y) \rightarrow P'(x + a, y + b)$
Refleksi terhadap Sumbu X	$P(x, y) \rightarrow P'(x, -y)$
Refleksi terhadap Sumbu Y	$P(x, y) \rightarrow P'(-x, y)$
Refleksi terhadap Titik $(0,0)$	$P(x, y) \rightarrow P'(-x, -y)$
Refleksi terhadap garis $y = x$	$P(x, y) \rightarrow P'(y, x)$
Refleksi terhadap garis $y = -x$	$P(x, y) \rightarrow P'(-y, -x)$
Refleksi terhadap garis $y = h$	$P(x, y) \rightarrow P'(2h - x, y)$
Refleksi terhadap garis $y = k$	$P(x, y) \rightarrow P'(x, 2k - y)$
Refleksi terhadap Titik (a, b)	$P(x, y) \rightarrow P'(2a - x, 2b - y)$
Rotasi 90° di $O(0,0)$	$P(x, y) \rightarrow P'(-y, x)$
Rotasi 180° di $O(0,0)$	$P(x, y) \rightarrow P'(-x, -y)$
Rotasi -90° di $O(0,0)$	$P(x, y) \rightarrow P'(y, -x)$
Rotasi 90° di $O(a, b)$	$P(x, y) \rightarrow P'(-y + a + b, x - a + b)$
Rotasi 180° di $O(a, b)$	$P(x, y) \rightarrow P'(-x + 2a, -y + 2b)$
Rotasi -90° di $O(a, b)$	$P(x, y) \rightarrow P'(y - b + a, -x + a + b)$
Dilatasi $O(0,0)$ faktor k	$P(x, y) \rightarrow P'(kx, ky)$
Dilatasi $O(a, b)$ faktor k	$P(x, y) \rightarrow P'(k(x - a), k(y - b))$

Materi geometri penting untuk dipelajari, salah satu alasan pentingnya mempelajari materi geometri yaitu untuk mengasah kemampuan peserta didik dalam matematika. Hal ini sejalan dengan pendapat Schwartz (Paradesa, 2016; Maulani & Zanthly, 2020) “Geometri adalah sebuah konsep yang menghubungkan berbagai bidang dalam matematika”. Transformasi geometri merupakan salah satu materi penting dalam pembelajaran matematika yang membahas pemetaan suatu bangun ke bangun lain melalui operasi tertentu, seperti translasi, refleksi, rotasi, dan dilatasi. Materi ini tidak hanya melatih kemampuan visualisasi spasial, tetapi juga keterampilan representasi matematis melalui koordinat dan matriks. Pemahaman peserta didik terhadap transformasi geometri menjadi dasar dalam menghubungkan konsep geometri dan aljabar, sekaligus menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Namun hasil

penelitian Hermiati & Julianti (2023) menunjukkan bahwa kemampuan visual spasial peserta didik masih kurang terutama pada indikator pengkonsepan.

Berbagai model pembelajaran kemudian dikembangkan untuk membantu peserta didik memahami transformasi geometri, mulai dari model konvensional hingga inovatif. Penekanan diberikan pada pembelajaran berbasis penemuan (*Discovery Learning*), penggunaan media visual konkret, serta penguatan kemampuan berpikir spasial. Penelitian Hermiati & Julianti (2023) mengungkapkan bahwa hambatan peserta didik dapat diminimalisasi melalui latihan bertahap, pemanfaatan media pembelajaran yang interaktif, serta bimbingan guru dalam mengoreksi miskonsepsi. Pemanfaatan teknologi, khususnya GeoGebra, terbukti membantu peserta didik dalam memvisualisasikan konsep abstrak transformasi, meningkatkan motivasi, serta mendorong pembelajaran aktif. Misalnya, temuan Hernández-Martínez et al. (2025) membuktikan bahwa penggunaan GeoGebra efektif dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis, khususnya pada materi geometri dan aljabar, melalui dukungan fitur visualisasi dinamis.

2.2 Hasil Penelitian yang Relevan

Ndagijimana et al. (2024) dalam penelitiannya yang berjudul “*Contributions of GeoGebra Software within the Socio-Cultural Proximity on Enhancing Students’ Conceptual Understanding of Mathematics*” menggunakan metode kualitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus untuk mengeksplorasi kontribusi GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik sekolah menengah di Rwanda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra yang dikaitkan dengan konteks sosial budaya lokal secara signifikan membantu peserta didik memahami konsep titik, garis, dan sudut serta mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam membangun pengetahuan secara mandiri. Namun, penelitian tersebut belum secara eksplisit mengintegrasikan GeoGebra dengan model pembelajaran tertentu yang memiliki sintaks pembelajaran yang terstruktur. Oleh karena itu, kebaruan penelitian yang akan dilakukan penulis terletak pada integrasi GeoGebra dengan model *Discovery Learning* secara eksplisit dan sistematis serta penerapannya pada materi transformasi geometri di tingkat SMP dengan pendekatan kuantitatif.

Penelitian yang dilakukan Gurmu et al. (2024) berjudul “*Effects of GeoGebra-assisted instructional methods on students’ conceptual understanding of geometry*”

bertujuan untuk menyelidiki pengaruh berbagai metode pembelajaran berbantuan GeoGebra terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain *pretest–posttest control group* yang melibatkan 164 peserta didik SMP di Ethiopia, yang dibagi ke dalam kelompok diskusi berbantuan GeoGebra, kelompok penemuan terbimbing berbantuan GeoGebra, dan kelompok pembelajaran konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok yang menggunakan GeoGebra mengalami peningkatan kemampuan pemahaman konsep matematis yang signifikan dibandingkan kelompok kontrol, dengan metode penemuan terbimbing berbantuan GeoGebra menunjukkan hasil paling efektif. Meskipun demikian, penelitian tersebut belum mengkaji penerapan model *Discovery Learning* secara utuh sesuai dengan keenam sintaks pembelajarannya. Dengan demikian, penelitian yang akan dilakukan penulis memiliki kebaruan pada penerapan GeoGebra yang terintegrasi secara lengkap dengan model *Discovery Learning* pada materi transformasi geometri di tingkat SMP.

Penelitian oleh Bekene Bedada & Machaba (2022) yang berjudul "*The development of the cycle model and its effect on mathematics learning using GeoGebra mathematical software*" membahas pengembangan dan penerapan model pembelajaran siklus berbasis teori Vygotsky menggunakan GeoGebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematika. Peneliti menerapkan sembilan langkah model siklus yang didasarkan pada teori pembelajaran Vygotsky, di mana GeoGebra digunakan secara aktif untuk meningkatkan proses belajar diferensial kalkulus. Melalui metode kuasi-eksperimen dengan dua kelompok mahasiswa di universitas di Ethiopia, penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan GeoGebra secara aktif dapat meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis dan prosedural mahasiswa dibandingkan pembelajaran konvensional, terutama dalam memvisualisasikan konsep-konsep matematika yang bersifat abstrak. Namun, penelitian tersebut diterapkan pada jenjang perguruan tinggi dan tidak menggunakan model *Discovery Learning*. Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan penulis memberikan kontribusi baru dengan mengintegrasikan GeoGebra dalam model *Discovery Learning* di tingkat SMP serta menerapkannya pada materi transformasi geometri.

Ikhlas et al. (2023) dalam penelitiannya yang berjudul "*Pengaruh Media Pembelajaran Aplikasi GeoGebra terhadap Hasil Belajar Peserta didik*" menggunakan

metode kuasi eksperimen dengan desain *One Group Pretest–Posttest* untuk mengkaji pengaruh penggunaan GeoGebra terhadap kemampuan berpikir kritis matematika peserta didik SMP. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata peserta didik setelah pembelajaran menggunakan GeoGebra. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa GeoGebra membantu peserta didik dalam memvisualisasikan konsep-konsep matematika, khususnya pada materi geometri. Namun, penelitian ini masih belum secara spesifik mengkaji kemampuan pemahaman konsep matematis serta belum mengintegrasikan GeoGebra dengan model pembelajaran tertentu secara terstruktur. Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan penulis memfokuskan pada kemampuan pemahaman konsep matematis melalui integrasi GeoGebra dengan model *Discovery Learning*.

Suritno (2022) melalui penelitian tindakan kelas berjudul “*Penerapan Model Discovery Learning dengan Software GeoGebra untuk Meningkatkan Hasil Belajar Matematika*” menunjukkan bahwa penerapan model *Discovery Learning* berbantuan GeoGebra pada materi transformasi geometri mampu meningkatkan hasil belajar dan aktivitas peserta didik secara signifikan. Meskipun demikian, penelitian tersebut masih menitikberatkan pada hasil belajar matematika dan belum secara khusus mengkaji kemampuan pemahaman konsep matematis sebagai variabel utama. Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan penulis melanjutkan kajian tersebut dengan menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menelaah pengaruh integrasi GeoGebra dan model *Discovery Learning* terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik SMP.

2.3 Kerangka Berpikir

Dalam pembelajaran matematika, kemampuan pemahaman konsep matematis sangat penting agar peserta didik tidak hanya bisa menghafal rumus, tetapi juga benar-benar mengerti apa arti dari suatu konsep dan bagaimana konsep itu saling berhubungan. *National Council Teacher Matematic* (NCTM) menyatakan bahwa tujuan dasar dalam pembelajaran matematika adalah kemampuan pemahaman konsep (Asmaria, 2024). Namun, pada praktiknya, banyak peserta didik yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep-konsep abstrak, terutama pada materi transformasi geometri yang melibatkan visualisasi spasial. Seperti yang dikatakan oleh Ma’rifah dan Qohar bahwa

transformasi merupakan salah satu materi yang sulit dipahami oleh peserta didik, karena transformasi mengharuskan peserta didik berpikir abstrak (Bilqis, 2021).

Melihat tantangan itu, teknologi seperti GeoGebra bisa menjadi solusi. Penggunaan GeoGebra memfasilitasi visualisasi yang lebih konkret terhadap transformasi. GeoGebra adalah aplikasi yang dapat membantu peserta didik melihat langsung bagaimana suatu bangun berubah. Peserta didik bisa memutar, mencerminkan, atau menggeser bangun datar dan melihat hasilnya secara visual, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik. Namun, teknologi saja tidak cukup. Perlu model pembelajaran pembelajaran yang tepat agar peserta didik benar-benar aktif dan terlibat dalam proses belajar.

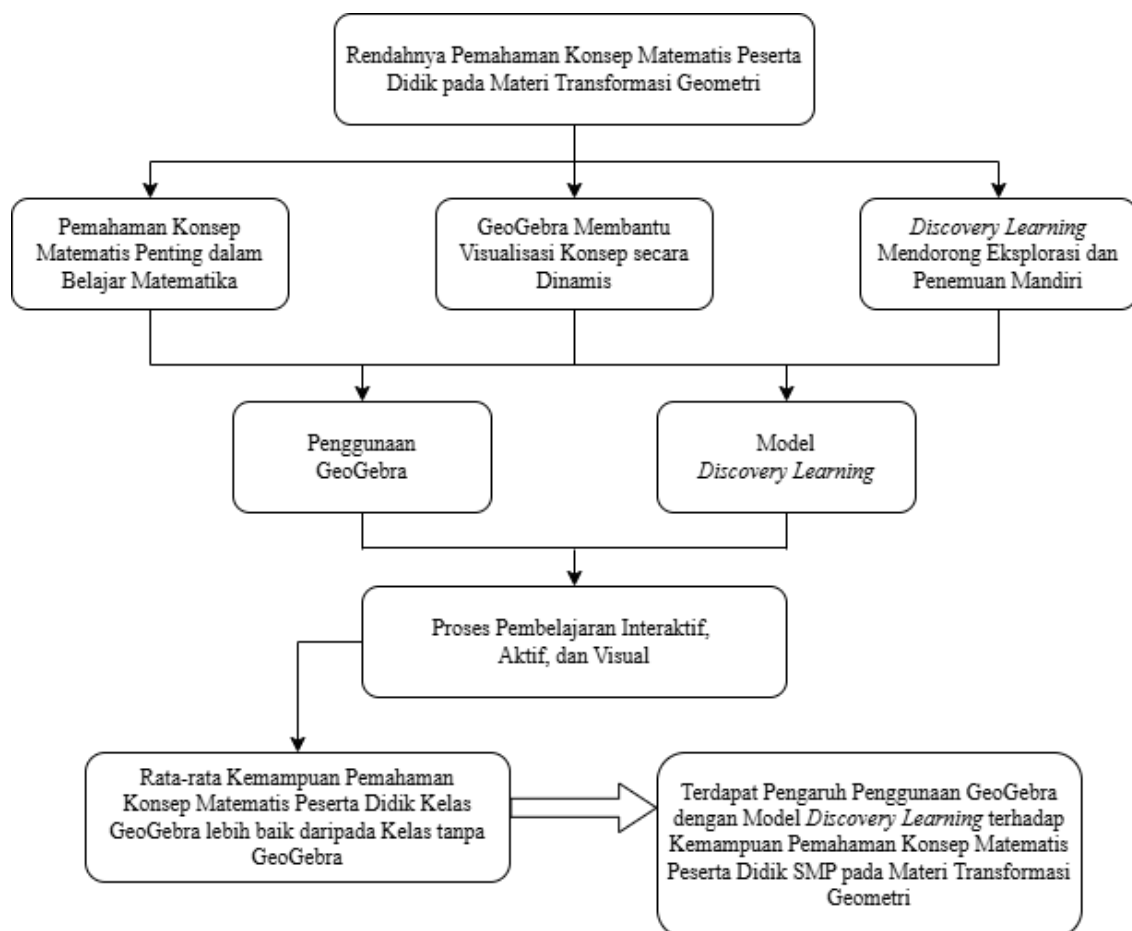
Model *Discovery Learning* dapat menjadi pilihan karena menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam menemukan konsep. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model *Discovery Learning*, yang mendorong peserta didik untuk terlibat aktif dalam menemukan sendiri konsep, bisa membantu membentuk pemahaman mereka. Melalui tahapan stimulasi, perumusan masalah, pengajuan hipotesis, pengumpulan data, pengolahan data, hingga menarik kesimpulan, peserta didik berkesempatan untuk membangun pengetahuan secara mandiri. Dengan model pembelajaran ini, peserta didik tidak hanya mendengarkan penjelasan guru, tapi juga diajak untuk berpikir, mencoba, dan mengeksplorasi masalah sendiri. Dengan cara ini, peserta didik tidak hanya menghafal prosedur, tetapi juga memahami makna dari konsep yang dipelajari.

Dengan menggabungkan GeoGebra yang bersifat visual dan interaktif dengan model *Discovery Learning* yang mendorong peserta didik untuk aktif mencari dan menemukan konsep sendiri, maka proses belajar akan menjadi lebih bermakna. Peserta didik tidak hanya sekadar melihat perubahan bentuk geometri di layar, tetapi juga diajak berpikir dan memahami kenapa perubahan itu terjadi. Dengan cara belajar seperti ini, diharapkan pemahaman peserta didik terhadap konsep transformasi geometri menjadi lebih kuat. Oleh karena itu, diduga bahwa penggunaan GeoGebra yang dipadukan dengan *Discovery Learning* dapat memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan pemahaman konsep matematis matematika peserta didik.

Hal ini menunjukkan bahwa integrasi GeoGebra dengan *Discovery Learning* bukan hanya sebatas gagasan teoritis, tetapi juga memiliki dampak praktis yang

signifikan dalam proses pembelajaran matematika. Penggunaan GeoGebra memungkinkan peserta didik untuk memvisualisasikan konsep transformasi geometri yang sebelumnya abstrak menjadi lebih nyata dan mudah diamati. Sementara itu, *Discovery Learning* memberi ruang bagi peserta didik untuk terlibat aktif dalam menemukan, mengeksplorasi, dan membangun pemahaman sendiri. Ketika kedua hal ini digabungkan, pembelajaran tidak hanya menjadi lebih menarik dan interaktif, tetapi juga berpotensi besar membantu mengurangi kesulitan peserta didik dalam memahami materi transformasi geometri sekaligus memperkuat kemampuan pemahaman konsep matematis mereka secara menyeluruh.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disusun kerangka berpikir penelitian ini sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.2 berikut:



Gambar 2. 2 Kerangka Berpikir

2.4 Hipotesis dan Pertanyaan Penelitian

2.4.1 Hipotesis

Sugiyono (2023) mendefinisikan Hipotesis sebagai jawaban sementara terhadap rumusan masalah penelitian yang kebenarannya masih harus diuji secara empiris. Berdasarkan rumusan masalah, maka hipotesis dalam penelitian ini adalah “Kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik pada kelas yang pembelajarannya menggunakan GeoGebra dengan model *Discovery Learning* lebih baik dibandingkan kelas yang hanya menggunakan model *Discovery Learning* tanpa GeoGebra”.

2.4.2 Pertanyaan Penelitian

Pertanyaan penelitian pada penelitian ini yaitu “Bagaimana kemampuan pemahaman konsep matematis peserta didik pada materi transformasi geometri yang pembelajarannya menggunakan GeoGebra dengan model *Discovery Learning*?”.