

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan memiliki peran penting dalam mencerdaskan kehidupan bangsa sesuai Undang-Undang Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional yang menegaskan fungsi pendidikan untuk mengembangkan kemampuan dan membentuk watak peserta didik. Pendidikan juga berperan membangun masyarakat yang cerdas dan berdaya saing (Lathifah & Ndong, 2024:185). Salah satu upaya pengembangan karakter dapat dilakukan melalui pembelajaran matematika (Gardenia, 2016 dalam Hevana Muzayana Santoso, 2022:1), yang memiliki peran besar dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (Fata, 2022:1). Tujuan pembelajaran matematika adalah mengkomunikasikan gagasan menggunakan simbol, tabel, dan diagram (Amalia, 2023:72–73). Namun, praktik di lapangan menunjukkan bahwa siswa masih cenderung berfokus pada pencarian jawaban dan menghafal (Amelia, 2024:3), padahal sejalan dengan hasil penelitian (Priatna, 2022:168) kemampuan untuk mengolah dan mengkomunikasikan data sangat penting untuk dikuasai dan memengaruhi proses pembelajaran di kelas.

Kemampuan dasar yang harus dimiliki peserta didik ketika belajar matematika adalah komunikasi matematis. Komunikasi memiliki peran penting dalam proses pembelajaran sebagai salah satu kunci keberhasilan (Yuliana, 2023). Dalam NCTM ditetapkan bahwa salah satu standar pembelajaran adalah komunikasi matematis. Melalui komunikasi, peserta didik dapat mengungkapkan pendapatnya. Namun, kenyataannya, kemampuan komunikasi matematis siswa masih tergolong rendah. Selain itu, matematika berfungsi sebagai bahasa simbolik yang mendukung terwujudnya komunikasi yang efektif. Kemampuan komunikasi matematis yang rendah dapat disebabkan oleh berbagai faktor. Berdasarkan beberapa penelitian, salah satu penyebab utamanya adalah metode pembelajaran yang masih berpusat pada guru atau "*teacher centered*" (Mirna et al., 2023:646).

Kemampuan komunikasi matematis memegang peranan penting dalam proses penyelesaian masalah. Namun, dalam praktik pembelajaran di kelas, kemampuan komunikasi ini sering menjadi kendala dalam menyelesaikan permasalahan matematis. Misalnya, peserta didik masih kurang optimal dalam mengubah masalah ke dalam bentuk simbol, gambar, atau grafik (Kusumawardhani et al., 2024:60). Santriawati dalam (Fazriansyah, 2023:112-125) menjelaskan bahwa kemampuan komunikasi matematis terdiri dari tiga kategori, yaitu *written text*, *drawing text*, dan *mathematical expression*. Indikator kemampuan komunikasi matematis bertujuan untuk memastikan bahwa peserta didik dapat mencapai target yang diharapkan dalam menyampaikan ide-ide matematis, terutama ketika menyelesaikan soal-soal dalam tes. Hal ini menekankan kemampuan peserta didik dalam mengomunikasikan gagasan matematis dengan jelas dan akurat, baik secara lisan maupun tulisan, menggunakan istilah matematika yang tepat. Penelitian ini secara khusus berfokus pada indikator yang berkaitan dengan keterampilan komunikasi tertulis sebagaimana dikemukakan oleh Santriawati.

Berdasarkan hasil penelitian (Muyassarrah, 2024:3873-3879) indikator komunikasi matematis yang paling sulit dicapai dalam penelitian ini adalah *Mathematical Expression*. Beberapa siswa masih melewatkan simbol atau tanda yang penting dalam menyatakan kongruensi antara dua bangun. Kesulitan ini menunjukkan bahwa siswa belum sepenuhnya menguasai keterampilan dasar yang diperlukan untuk mengaplikasikan konsep-konsep matematis dalam situasi nyata, yang dapat menghambat kemampuan mereka untuk menyelesaikan masalah matematika dengan benar dan efisien. Dalam penelitian (Asuro & Fitri, 2020:33) menghasilkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa masih dalam kategori sedang, dan ada indikasi bahwa komunikasi matematis siswa untuk belajar matematika masih kurang. Penelitian ini menekankan pentingnya pengembangan kemampuan komunikasi matematis dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan pemahaman siswa.

Peneliti melakukan studi pendahuluan pada saat Praktik Pengalaman Lapangan (PPL) yang dilaksanakan pada bulan November 2024, dengan memanfaatkan lembar kerja peserta didik (LKPD) yang sebelumnya telah

digunakan pada materi Deret Geometri Tak Hingga. Soal tersebut berisi beberapa indikator kemampuan komunikasi matematis pada siswa kelas XI. Soal diujikan pada 35 orang siswa kelas XI MIPA 1. Dari hasil yang diperoleh terdapat 15 orang yang mencapai skor diatas Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) oleh karena itu terdapat 57,15% siswa yang memperoleh skor dibawah kriteria. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas siswa masih mengalami kesulitan dalam memenuhi indikator kemampuan komunikasi matematis, yaitu imajinasi dan pencarian pola. Kesulitan ini terlihat dari kemampuan siswa yang masih rendah dalam mengekspresikan konsep matematika serta memodelkan situasi atau masalah menggunakan model matematika. Oleh karena itu, diperlukan upaya lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa melalui strategi pembelajaran yang lebih inovatif dan efektif. Berikut disajikan jawaban siswa pada gambar 1.1 dibawah ini:

3. $a = 5$
 $r = \frac{1}{5}$
 $S_{\infty} = \frac{a}{1-r} = \frac{5}{1-\frac{1}{5}} = \frac{5}{\frac{4}{5}} = \frac{5-1}{\frac{4}{5}} = \frac{4}{\frac{4}{5}} = 5 \times \frac{5}{4} = 5 \times 1.25 = 6.25$

4. $a = 4$
 $r = \frac{-2}{4} = -\frac{1}{2}$
 $S_{\infty} = \frac{a}{1-r} = \frac{4}{1-(-\frac{1}{2})} = \frac{4}{1+\frac{1}{2}} = \frac{4}{\frac{3}{2}} = 4 \times \frac{2}{3} = \frac{8}{3} = 2.67$

Gambar 1.1 Jawaban Studi Pendahuluan Siswa

Pada soal yang telah peneliti berikan pada saat melakukan studi pendahuluan, peserta didik diminta untuk menentukan jumlah dari deret geometri tak hingga. Deret-deret yang diberikan memiliki berbagai bentuk, baik yang suku-sukunya positif maupun campuran positif dan negatif, sehingga mengasah kemampuan siswa dalam memahami konsep deret geometri, rasio, dan penggunaan rumus jumlah deret tak hingga secara tepat. Berdasarkan analisis terhadap jawaban siswa, pada soal nomor 1 dan 2, siswa masih mampu menyajikan langkah-langkah

penyelesaian dengan cukup baik dan menunjukkan pemahaman yang relatif memadai terhadap konsep yang digunakan. Namun, pada soal nomor 3 dan 4, ditemukan adanya siswa mengalami kesulitan dalam menggunakan *mathematical expression* yang tepat serta dalam menyusun langkah-langkah penyelesaian secara sistematis dan runtut. Selain itu, siswa juga cenderung tidak memberikan penjelasan yang memadai mengenai proses berpikir yang mereka lakukan dalam memperoleh jawaban, sehingga mengindikasikan adanya hambatan dalam mengomunikasikan pemahaman mereka secara tertulis. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kesulitan soal berpengaruh terhadap kemampuan siswa dalam menyajikan jawaban yang jelas dan terstruktur, terutama dalam aspek penggunaan *mathematical expression* serta penyampaian argumen matematis secara logis.

Saat peneliti melakukan observasi kelas, peneliti mengamati perilaku siswa ketika sedang melaksanakan pembelajaran konvensional di kelas. Terdapat siswa yang mengeluh atas soal latihan yang diberikan oleh guru dan menyerah ketika merasa tidak mampu menyelesaikan masalah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa masih rendah. Kemampuan komunikasi matematis yang rendah bisa disebabkan oleh kurangnya pemahaman konsep dasar, kurangnya latihan atau pengalaman, serta ketidakmampuan menggunakan notasi matematika dengan benar. Faktor lain termasuk kurangnya kepercayaan diri dalam berbicara atau menulis tentang matematika, serta pendekatan pembelajaran yang hanya fokus pada hafalan tanpa pemahaman mendalam. Lingkungan pendidikan yang tidak mendukung dan ketidakmampuan menyederhanakan penjelasan juga menjadi penghalang dalam mengkomunikasikan ide matematis dengan efektif. Pembelajaran konvensional merupakan metode tradisional yang berpusat pada guru dan menekankan hafalan serta latihan soal. Model ini ditandai dengan ceramah, tugas, dan tes tertulis, yang membuat siswa kurang aktif dalam belajar. Dampaknya, siswa cenderung pasif, cepat jenuh, dan hasil belajar tidak optimal.

Selain kemampuan berpikir komunikasi matematis, hal penting dalam pembelajaran matematika adalah *Self Appraisal*. Penilaian diri memiliki hubungan yang erat dengan kemampuan komunikasi matematis karena tingkat kepercayaan

siswa terhadap kemampuan dirinya sendiri dalam matematika memengaruhi cara mereka menyampaikan dan menjelaskan ide-ide matematis. Siswa yang memiliki penilaian diri tinggi cenderung lebih yakin untuk mengemukakan pendapat, menjelaskan langkah penyelesaian, serta menginterpretasikan soal ke dalam representasi matematis baik secara lisan maupun tulisan. Hal ini didukung oleh penelitian Lestari & Seruni (2024) yang menunjukkan bahwa penilaian diri memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan komunikasi matematika (Seruni, 2024). Penelitian tersebut menegaskan bahwa mahasiswa dengan penilaian diri tinggi lebih mampu menyelesaikan permasalahan dan mengkomunikasikan gagasan matematis karena memiliki keyakinan bahwa mereka mampu memahami dan memproses informasi matematis secara tepat.

Self Appraisal atau penilaian diri merupakan suatu metode evaluasi yang melibatkan peserta didik untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan mereka terkait pencapaian kompetensi. Penilaian ini bertujuan untuk membandingkan persepsi diri peserta didik dengan kenyataan yang sebenarnya. Instrumen yang digunakan biasanya berupa lembar penilaian diri. Guru dapat menggunakan penilaian diri sebagai alat konfirmasi jika diperlukan. Salah satu prinsip utama dalam penilaian hasil belajar adalah prinsip menyeluruh, yang mengharuskan evaluasi mencakup seluruh aspek peserta didik, baik dalam ranah kognitif, afektif, maupun psikomotorik (Muthi'ah Lathifah & Yakobus Ndona, 2024:185-193). Menurut Sudaryono (2012) dalam (Suprianto, 2024:109) teknik penilaian diri dapat digunakan untuk mengukur kompetensi kognitif, afektif, dan psikomotor. Dalam konteks ini, guru perlu merancang strategi pembelajaran yang mendukung partisipasi siswa dalam diskusi kelas, kolaborasi dengan teman sebaya, serta penggunaan bahasa matematika secara tepat (Ridwan et al., 2023:993). Kurangnya objektivitas, kesulitan refleksi, dan pemahaman yang lemah terhadap kriteria penilaian pada peserta didik menjadi faktor utama dalam *Self Appraisal*. Selain itu, motivasi dan kepercayaan diri siswa juga memengaruhi akurasi penilaian diri. Ketidaksesuaian antara *Self Appraisal* dan penilaian guru sering terjadi, yang menandakan perlunya bimbingan untuk membantu siswa menilai diri mereka secara lebih akurat dan efektif.

Mengacu pada permasalahan yang ada, dibutuhkan inovasi dalam pembelajaran matematika yang dapat memberikan rangsangan kepada siswa, sehingga mereka dapat mengikuti pembelajaran secara interaktif dan mencapai pemahaman yang mendalam dalam matematika. Salah satu alternatif yang bisa digunakan adalah penerapan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis ditinjau berdasarkan *Self Appraisal* siswa. Pada penelitian ini, Solusi yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis salah satunya adalah menerapkan pembelajaran dengan pendekatan *Deep learning*. Pendekatan *Deep learning* mendapat perhatian lebih, yang diinisiasi oleh Menteri Pendidikan Dasar dan Menengah (Mendikdasmen) Abdul Mu'ti. Pendekatan ini menekankan pembelajaran yang berorientasi pada pemahaman mendalam, sehingga siswa tidak sekadar menghafal, melainkan mampu menginternalisasi pengetahuan secara bermakna (Suwandi *et al.*, 2024:2). Pendekatan ini menekankan pentingnya pembelajaran yang berorientasi pada pemahaman yang mendalam, memungkinkan siswa untuk lebih dari sekadar menghafal, yaitu menginternalisasi pengetahuan dengan makna yang utuh. *Deep learning* memiliki potensi besar dalam meningkatkan mutu pendidikan di Indonesia, khususnya dalam mengasah keterampilan komunikasi matematis dan memperdalam pemahaman siswa.

Pendekatan ini menitikberatkan pada pengalaman belajar yang kontekstual dan bermakna, sehingga siswa dapat menghubungkan pengetahuan dengan situasi nyata. Meski demikian, penerapannya masih menghadapi berbagai tantangan. Salah satu hambatan utama adalah keterbatasan infrastruktur, terutama di wilayah terpencil, yang membatasi penggunaan teknologi pendukung. Selain itu, kesiapan dan pemahaman guru terhadap model ini menjadi faktor krusial; guru yang terlatih mampu merancang pengalaman belajar yang lebih bermakna. Kurikulum yang kurang fleksibel juga menjadi kendala, walaupun Kurikulum Merdeka memberikan ruang lebih untuk inovasi. Teknologi berperan penting dalam mendukung *Deep learning* melalui berbagai aplikasi dan platform pembelajaran daring, namun akses yang belum merata terhadap teknologi masih menjadi

masalah. Dukungan dari berbagai pihak, seperti pemerintah, lembaga pendidikan, masyarakat, dan orang tua, sangat diperlukan. Dengan mengatasi tantangan-tantangan tersebut dan terus mengoptimalkan potensi *Deep learning*, pendidikan di Indonesia berpeluang menjadi lebih inklusif dan sesuai dengan kebutuhan abad ke-21 (Fitriani, 2025).

Perkembangan teknologi memberikan fasilitas bagi para pendidik untuk berinovasi dalam mengembangkan pembelajaran yang menyenangkan (Kusaeri, K., Arrifadah, Y., & Dina, 2021:2145). Berdasarkan NCTM (2008), seorang guru yang efektif diharapkan dapat memanfaatkan potensi teknologi untuk memperdalam pemahaman peserta didik, memotivasi minat belajar, dan meningkatkan keterampilan matematika mereka. Jika teknologi digunakan dengan cara yang strategis, hal ini dapat memberikan akses yang lebih luas terhadap pembelajaran matematika bagi peserta didik. Seperti yang diungkapkan oleh Scawab, era industri 4.0 merujuk pada fenomena perpaduan antara teknologi fisik, biologis, dan digital yang menciptakan suatu sistem yang sulit untuk dibedakan satu sama lain. Salah satu aplikasi yang diharapkan dapat memudahkan namun dapat meningkatkan pemahaman matematis peserta didik dalam berbagai pengoperasian bentuk aljabar serta bentuk geometri adalah aplikasi *Graspable Math* yang digunakan dalam penelitian ini.

Selain memilih model pembelajaran yang tepat, salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menghadapi pembelajaran saat ini adalah dengan memanfaatkan teknologi untuk membuat penyampaian materi pembelajaran lebih menarik. Salah satunya adalah penggunaan aplikasi atau software *Graspable Math*. Aplikasi ini ditemukan oleh Erik Weitnauer, David Landy, dan Erin Ottmar, yang dipublikasikan dalam jurnal pada tahun 2016. *Graspable Math* dirancang sebagai media eksplorasi bagi siswa untuk memudahkan pemahaman konsep aljabar (Weitnauer, Landy, & Ottmar, 2016), dengan cara memindahkan setiap suku untuk melakukan operasi substitusi, komutatif, distributif, serta operasi penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Cara penggunaan *Graspable Math* melibatkan teknik *drop and drag*, substitusi, serta langkah-langkah operasi matematika. Peneliti berpendapat bahwa aplikasi ini menawarkan solusi yang

komunikatif dalam pembelajaran matematika, terutama dalam mengatasi berbagai permasalahan yang muncul selama pengerjaan soal yang diberikan kepada siswa di sekolah.

Aplikasi *Graspable Math* berperan penting dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa karena menyediakan media visual-interaktif yang memungkinkan siswa memanipulasi ekspresi aljabar secara langsung melalui fitur drag and drop, grafik, dan representasi simbolik. Dengan alat ini, siswa dapat lebih mudah mengungkapkan ide, menjelaskan langkah penyelesaian, serta merepresentasikan konsep dalam bentuk tulisan, simbol, maupun gambar, yang merupakan bagian dari indikator komunikasi matematis. Berdasarkan Taofik dan Priatna (2022), penggunaan *Graspable Math* memudahkan siswa dalam memahami operasi aljabar dan menyelesaikan masalah menggunakan prosedur substitusi, sehingga konsep menjadi lebih mudah dipahami dan dijelaskan kembali dalam bentuk representasi matematis. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa aplikasi ini dapat menjadi media praktis dalam pembelajaran matematika dan membantu eksplorasi konsep aljabar (Priatna, 2022).

Penelitian ini berfokus pada peningkatan kemampuan komunikasi matematis peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal turunan fungsi aljabar. Meskipun tidak ditemukan masalah spesifik pada materi ini, penelitian tetap dilakukan untuk mengkaji bagaimana peserta didik mengomunikasikan pemahaman mereka dalam bentuk *mathematical expression*, representasi grafis, serta penjelasan tertulis maupun lisan. Sebelumnya, pada materi barisan dan deret tak hingga, ditemukan bahwa peserta didik mengalami kesulitan dalam menyusun notasi matematika yang tepat serta dalam menyajikan langkah-langkah penyelesaian secara runtut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik dalam memahami dan menyampaikan konsep turunan fungsi aljabar serta menganalisis apakah terdapat perbedaan berdasarkan gender dalam strategi penyelesaian dan penyampaian ide matematis mereka.

Berdasarkan permasalahan dan teori-teori penelitian yang sudah diteliti sebelumnya, diperoleh bahwa penelitian yang akan dilaksanakan oleh peneliti masih tergolong baru dan belum pernah dilakukan oleh peneliti terdahulu. Oleh

karena itu, pembelajaran dengan menereapkan pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis ditinjau berdasarkan *Self Appraisal* siswa secara bersamaan dan diterapkan pada materi turunan fungsi aljabar. Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan, maka akan dilakukan penelitian yang berjudul **“Penerapan Pendekatan *Deep learning* Berbantuan Aplikasi *Graspable Math* Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Ditinjau Berdasarkan *Self Appraisal*”**.

B. Rumusan Masalah

Mengacu pada latar belakang yang telah dijelaskan, peneliti menyusun rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana desain pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa?
2. Bagaimana keterlaksanaan proses pembelajaran matematika siswa melalui pendekatan *Deep learning* berbantuan Aplikasi *Graspable Math* ?
3. Apakah peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* dan pembelajaran konvensional?
4. Apakah peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan *self appraisal* tinggi lebih baik dibandingkan dengan siswa *self appraisal* sedang dan rendah?
5. Apakah terdapat interaksi pada *Self Appraisal* dan pembelajaran pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* terhadap kemampuan komunikasi matematis?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan masalah yang sudah dirumuskan, dengan demikian tujuan utama penelitian ini dirancang untuk mengidentifikasi efektivitas pembelajaran pendekatan DL berbantuan aplikasi *Graspable Math*. Secara rinci, penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengenai desain pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa.

2. Mengenai keterlaksanaan proses pembelajaran matematika siswa melalui pendekatan *Deep learning* berbantuan Aplikasi *Graspable Math*.
3. Mengenai peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* dan pembelajaran konvensional.
4. Mengenai peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan *self appraisal* tinggi lebih baik dibandingkan dengan siswa *self appraisal* sedang dan rendah.
5. Mengenai terdapat interaksi pada *Self Appraisal* dan pembelajaran pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* terhadap kemampuan komunikasi matematis.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan mampu memberi kontribusi positif untuk seluruh pihak, khususnya pihak yang berperan dalam penelitian. Berikut adalah beberapa manfaat yang diharapkan:

1. Manfaat Teoritis
 - a. Penelitian yang dilaksanakan diharapkan dapat berkontribusi terhadap pengembangan teori pembelajaran matematika, khususnya dalam penerapan pembelajaran pendekatan *Deep Learning* (DL) berbantuan aplikasi *Graspable Math* untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan *Self Appraisal* siswa.
 - b. Penelitian yang dilaksanakan diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti lain yang relevan.
2. Manfaat Praktis
 - a. Bagi Peneliti

Dengan dilaksanakannya penelitian ini, diharapkan dapat menambah wawasan dan pengetahuan yang lebih mendalam mengenai penerapan pendekatan *Deep Learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* dalam proses pembelajaran matematika. Penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran mengenai efektivitas penggunaan pendekatan tersebut dalam meningkatkan

kemampuan komunikasi matematis dan *self appraisal* siswa, tetapi juga dapat menjadi temuan baru yang bermanfaat bagi guru, peneliti, dan praktisi pendidikan. Selain itu, hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi atau dasar pengembangan model pembelajaran inovatif lainnya yang relevan dengan kebutuhan pendidikan di era digital.

b. Bagi Guru

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan alternatif metode pembelajaran yang lebih interaktif dan efektif serta diharapkan berfungsi sebagai pedoman dan membantu memberikan keterampilan kepada guru dalam mengajar matematika, khususnya dalam hal pemanfaatan teknologi dan mendukung kemampuan komunikasi matematis dan *Self Appraisal* siswa.

c. Bagi Siswa

Diharapkan penelitian ini dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan *Self Appraisal* mereka, serta memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif melalui penggunaan aplikasi *Graspable Math*.

a. Bagi Peneliti Selanjutnya

Lewat penelitian ini, diharapkan peneliti berikutnya dapat memanfaatkan hasil penelitian ini bisa digunakan sebagai dasar bahan kajian, perbandingan, serta sumber rujukan bagi penelitian sejenis.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini menetapkan keterbatasan masalah dengan tujuan untuk memastikan penelitian ini berjalan dengan efektif dan tidak terlalu luas dan kompleks. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Model pembelajaran yang dipakai dalam penelitian ini adalah pendekatan *Deep learning*
2. Media pembelajaran yang dipakai dalam penelitian ini adalah aplikasi *Graspable Math*.
3. Ranah kognitif yang akan ditingkatkan adalah kemampuan komunikasi matematis siswa.

4. Ranah afektif yang akan ditingkatkan adalah *Self Appraisal* siswa.
5. Subjek penelitian yang dipilih adalah siswa/i SMA Karya Budi kelas XI tahun ajaran 2025/2026.
6. Materi pembelajaran matematika yang menjadi fokus pembahasan dalam penelitian ini adalah materi Turunan Fungsi Aljabar untuk siswa SMA kelas XI.

F. Kerangka Berpikir

Matematika adalah salah satu disiplin ilmu utama yang berperan penting dalam kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi di era globalisasi. Oleh karena itu, berbagai keterampilan matematika perlu dikuasai oleh setiap individu agar mampu menghadapi tantangan dan persaingan di era global ini (Mirna et al., 2023:646). Keterampilan itu meliputi berpikir kritis, kreatif, komunikasi, dan kolaborasi. Dalam pembelajaran matematika Menurut NCTM, pada komunikasi matematis merupakan suatu cara siswa untuk mengungkapkan ide-ide matematis baik secara lisan, tertulis, gambar, diagram, menggunakan benda, menyajikan dalam bentuk aljabar, atau menggunakan simbol matematika. Melalui proses komunikasi, peserta didik dapat berpartisipasi aktif dalam menyelesaikan masalah matematika, merumuskan gagasan, berdiskusi, mendengarkan pendapat teman, menyampaikan strategi, serta berinteraksi secara sosial (Muyassarrah, 2024:3873-3879).

Terdapat indikator kemampuan komunikasi matematis yang menjadi acuan peningkatan komunikasi matematis pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Menulis (*written text*), yaitu menyampaikan jawaban dengan menggunakan bahasa sendiri, termasuk memodelkan situasi atau permasalahan melalui representasi matematika dalam bentuk lisan, tulisan, konkret, grafik, dan aljabar. Selain itu, peserta didik juga diharapkan mampu menjelaskan serta mengajukan pertanyaan terkait materi matematika yang telah dipelajari. Proses ini melibatkan kegiatan mendengarkan, berdiskusi, menulis tentang matematika, membuat prediksi, menyusun argumen, dan melakukan generalisasi.

2. Menggambar (*drawing*), yaitu menghubungkan objek nyata, gambar, dan diagram dengan konsep matematika, serta menerjemahkan ide-ide matematika kembali ke dalam representasi tersebut.
3. Ekspresi matematika (*Mathematical expression*), yaitu mengungkapkan konsep matematika dengan merepresentasikan peristiwa sehari-hari menggunakan bahasa atau simbol matematika.

Selain aspek kognitif, aspek afektif juga perlu diperhatikan dalam proses pembelajaran matematika, diantaranya adalah *Self Appraisal*. *Self Appraisal* adalah metode penilaian di mana siswa diminta untuk menilai diri mereka sendiri terkait status, proses, dan tingkat pencapaian kompetensi dalam mata pelajaran tertentu. Proses ini melibatkan siswa dalam memonitor dan mengevaluasi pikiran serta tindakan mereka, serta mengidentifikasi strategi yang dapat membantu mereka dalam pengembangan pemahaman dan keterampilan (Suprianto, 2024:109). Melalui *Self Appraisal*, siswa dapat mengevaluasi kinerja mereka berdasarkan kriteria atau standar tertentu. Umpan balik ini bersifat langsung dan relevan, sehingga siswa dapat segera mengetahui area mana yang perlu diperbaiki. Misalnya, jika seorang siswa menyadari bahwa mereka kesulitan dalam memahami konsep tertentu, mereka dapat mencari bantuan atau sumber daya tambahan untuk meningkatkan pemahaman mereka.

Proses *Self Appraisal* mendorong siswa untuk melakukan refleksi diri secara teratur. Dengan mempertimbangkan pengalaman belajar mereka, siswa dapat memahami bagaimana pendekatan atau strategi belajar yang mereka gunakan berkontribusi terhadap keberhasilan atau tantangan yang dihadapi. Refleksi ini penting untuk pengembangan metakognisi, yaitu kemampuan untuk berpikir tentang proses berpikir itu sendiri. *Self Appraisal* memiliki tiga indikator, yaitu:

1. Indikator Kognitif, siswa mengukur penguasaan pengetahuan dan kemampuan berpikirnya.
2. Indikator Afektif, siswa dapat mengukur sikap, nilai, dan emosi siswa terhadap proses pembelajaran (menerima, menjawab, dan menilai)
3. Indikator Psikomotorik, siswa mengukur keterampilan praktis yang dimilikinya (penerapan, evaluasi dan adaptasi) (Suprianto, 2024).

Strategi pembelajaran yang dijadikan alternatif solusi pada penelitian ini adalah penggunaan pendekatan *Deep learning*. *Deep learning* dalam dunia pendidikan mengacu pada pendekatan pembelajaran yang mendorong siswa untuk menggali pengetahuan secara mendalam, bukan sekadar menghafal informasi. Pendekatan ini berfokus pada pembelajaran aktif, kolaboratif, dan berkesinambungan. Siswa dilatih untuk memahami konteks, menganalisis informasi dengan berpikir kritis, serta mengembangkan solusi kreatif berbasis pemahaman konsep yang kuat. *Deep learning* adalah pendekatan yang menekankan pada pemahaman konseptual dan penerapan pengetahuan secara kritis (Mutmainnah Nurul et al., 2025). Tujuan utama pendekatan ini adalah untuk memastikan siswa tidak hanya memperoleh peningkatan kognitif melalui pemahaman mendalam terhadap inti sebuah konsep atau teori, tetapi juga mampu mengaitkannya dengan konteks praktis yang relevan dalam kehidupan nyata (Putri et al., 2024).

Dalam pendidikan, implementasi *Deep learning* memerlukan penyesuaian yang cermat dengan mempertimbangkan karakteristik perkembangan kognitif siswa. *Deep learning* meliputi prinsip-prinsip pembelajaran yang merupakan bagian dasar karakteristik pembelajaran mendalam, yang berpijak pada tiga elemen fundamental: Meaningful Learning, Mindful Learning, dan Joyful Learning (Mutmainnah Nurul et al., 2025).

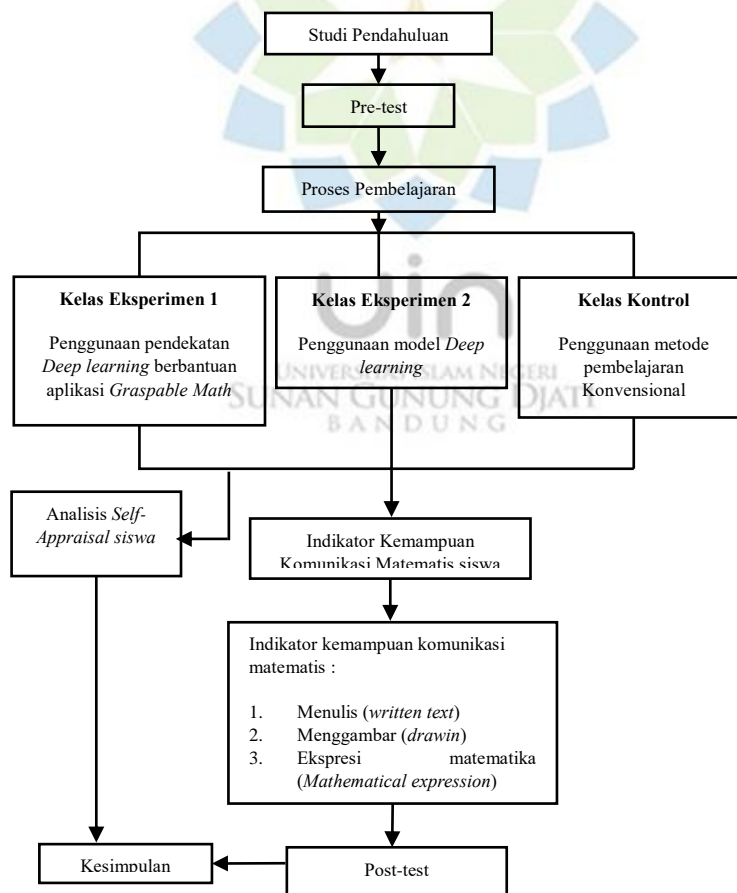
Adapun langkah-langkah pembelajaran yang dilaksanakan saat pembelajaran dengan menerapkan pendekatan *Deep learning*, diantaranya adalah:

1. Pembelajaran dimulai dengan pemberian masalah kontekstual yang mengaitkan materi dengan pengalaman nyata siswa. Proses ini membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang kuat, sehingga mereka mampu mengomunikasikan ide matematis secara jelas, runtut, dan relevan (*Meaningful Learning*).
2. Siswa dilibatkan aktif dalam eksplorasi, diskusi kelompok, refleksi, dan analisis kritis. Kegiatan ini melatih siswa untuk menyampaikan pendapat, berargumen logis, dan menjelaskan proses berpikir matematis secara lisan

maupun tulisan, sehingga meningkatkan kualitas komunikasi matematis mereka(*Mindful Learning*).

3. Proses belajar dikemas dalam suasana interaktif melalui simulasi, eksperimen, dan proyek kreatif. Lingkungan yang menyenangkan mendorong siswa lebih percaya diri dalam berdiskusi dan berbagi gagasan matematis, membuat komunikasi matematis menjadi lebih aktif dan efektif(*Joyful Learning*).

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan tiga kelas yang terdiri dari yaitu satu kelas kontrol dan dua kelas eksperimen. Kelas kontrol menggunakan pembelajaran konvensional, kelas eksperimen 1 menggunakan pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math*, sedangkan kelas eksperimen 2 menggunakan pendekatan *Deep learning* tanpa bantuan aplikasi tambahan. Berikut adalah kerangka berpikir dari penelitian ini:



Gambar 1.2 Kerangka Berpikir

G. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, peneliti merumuskan hipotesis dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* lebih baik dibandingkan dengan siswa yang menggunakan pembelajaran pendekatan *Deep learning* dan pembelajaran konvensional. Berikut hipotesis statistika berdasarkan rumusan masalah:

H_0 : Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* tidak lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* dan pembelajaran konvensional.

H_1 : Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa antara siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math* lebih baik dibandingkan dengan siswa yang memperoleh pendekatan *Deep learning* dan pembelajaran konvensional.

Atau:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Keterangan:

μ_1 : Rata-rata N-Gain kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math*.

μ_2 : Rata-rata N-Gain kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *Deep learning*.

μ_3 : Rata-rata N-Gain kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

2. Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan *self appraisal* tinggi lebih baik dibandingkan dengan siswa *self appraisal* sedang dan rendah.

H_0 : Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan *self appraisal* tinggi tidak lebih baik dibandingkan dengan siswa *self appraisal* sedang dan rendah.

H_1 : Peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dengan *self appraisal* tinggi lebih baik dibandingkan dengan siswa *self appraisal* sedang dan rendah.

Atau:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Keterangan:

μ_1 : Rata-rata N-Gain kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math*.

μ_2 : Rata-rata N-Gain kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *Deep learning*.

μ_3 : Rata-rata N-Gain kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran konvensional.

3. Terdapat perbedaan interaksi *Self Appraisal* dan model pembelajaran *Deep learning* Berbantuan Aplikasi *Graspable Math* terhadap kemampuan komunikasi matematis

H_0 : Tidak terdapat interaksi *Self Appraisal* dan model pembelajaran *Deep learning* Berbantuan Aplikasi *Graspable Math* terhadap kemampuan komunikasi matematis

H_1 : Terdapat interaksi *Self Appraisal* dan model pembelajaran *Deep learning* Berbantuan Aplikasi *Graspable Math* terhadap kemampuan komunikasi matematis.

Atau:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

Keterangan:

μ_1 :Rata-rata N-Gain kemampuan komunikasi matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math*, pendekatan *Deep learning* dan konvensional.

μ_2 :Skor Kode per kelas siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math*, pendekatan *Deep learning* dan konvensional

μ_3 :Katagori tinggi, sedang rendah skor *Self Appraisal* siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan *Deep learning* berbantuan aplikasi *Graspable Math*, pendekatan *Deep learning* dan konvensional

H. Hasil Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai rujukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil penelitian (Hevana Muzayana Santoso, 2022:105) dengan judul “Penerapan Metode Fun Teaching Berbantuan Aplikasi *Graspable Math* Untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa” menunjukan bahwa penggunaan metode Fun Teaching berbantuan aplikasi *Graspable Math* secara signifikan meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa. Terdapat perbedaan yang berarti antara siswa yang menggunakan metode ini dan yang menggunakan metode konvensional, baik dari segi rata-rata nilai post-test maupun kategori PAM (tinggi, sedang, rendah). Selain itu, metode ini juga efektif dalam membantu siswa memahami soal matematika yang sulit dan meningkatkan kemampuan komunikasi matematis mereka secara lebih baik. Penelitian ini juga menyarankan perlunya pengembangan dan penggunaan metode ini yang lebih luas serta pengelolaan kelas yang baik selama proses pembelajaran.
2. Hasil penelitian (Tasia, 2022:82) menunjukkan bahwa penggunaan aplikasi *Graspable Math* dalam pembelajaran matematika, khususnya tentang sistem persamaan linear satu variabel dan kemampuan koneksi matematis, secara signifikan meningkatkan kemampuan siswa. Secara umum, siswa yang menggunakan aplikasi ini menunjukkan peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode konvensional. Penggunaan aplikasi ini juga

berpengaruh positif terhadap pencapaian kemampuan komunikasi matematis dan koneksi matematis siswa, dengan rata-rata nilai post-test yang lebih baik dan kategori peningkatan yang lebih tinggi. Selain itu, penelitian ini menyimpulkan bahwa metode *Fun Teaching* berbantuan aplikasi *Graspable Math* efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa, meskipun terdapat beberapa kesulitan seperti memahami soal dan mengubah kalimat soal menjadi kalimat matematis. Penelitian ini juga menyarankan pengembangan penggunaan aplikasi ini secara lebih luas serta pengelolaan kelas yang baik agar pembelajaran lebih efektif dan menarik.

3. Hasil penelitian (Fitriani, 2025) menunjukkan bahwa pendekatan *Deep learning* dalam pendidikan menunjukkan bahwa pendekatan ini mampu meningkatkan pemahaman mendalam, keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan motivasi belajar siswa. *Deep learning* dalam pendidikan berfokus pada tiga komponen utama: *meaningful learning* (pemahaman bermakna), *mindful learning* (kesadaran dan refleksi diri), dan *joyful learning* (pembelajaran yang menyenangkan dan memotivasi). Pendekatan ini juga dianggap relevan dan penting untuk dipraktikkan di era abad 21 karena mampu mempersiapkan generasi yang kompetitif dengan keterampilan tinggi, seperti critical thinking dan kreativitas, serta mampu menghadapi tantangan dunia nyata.
4. Hasil penelitian (Yayu et al., 2024) yang dilakukan pada siswa kelas VII MTs Negeri 2 Kota Cilegon, ditemukan bahwa penggunaan aplikasi *Graspable Math* secara signifikan meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa. Hal ini terbukti dari hasil analisis rata-rata Ngain yang menunjukkan peningkatan sebesar 0,74 dengan kategori tinggi pada kelas yang menggunakan aplikasi, dibandingkan dengan kelas yang menggunakan pembelajaran konvensional, yang memperoleh rata-rata Ngain 0,41 dengan kategori sedang. Selain itu, rata-rata *Posttes* kemampuan koneksi matematis siswa yang belajar dengan aplikasi ini mencapai 51,93, lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang mengikuti

pembelajaran konvensional yang mencatat rata-rata 47,46. Kesimpulannya, penerapan aplikasi *Graspable Math* mampu meningkatkan kemampuan koneksi matematis siswa secara signifikan dibandingkan dengan metode konvensional. Penelitian ini juga menyarankan agar guru dan peneliti lebih mengenal dan memahami tools dalam aplikasi agar penggunaan aplikasi tersebut lebih efektif dan efisien dalam proses pembelajaran serta mengintegrasikan metode ini dengan model pembelajaran lain seperti game agar suasana belajar menjadi lebih menyenangkan dan menarik bagi siswa.

5. Hasil Penelitian (Anna Kristina Keriahenta Barus et al., 2023) ini menunjukkan bahwa penerapan model Problem Based Learning (PBL) berpengaruh positif terhadap kemampuan komunikasi matematis siswa. Siswa yang belajar dengan model PBL memiliki kemampuan komunikasi matematis yang lebih baik dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional. Selain itu, tingkat kemandirian belajar siswa juga berperan penting, di mana siswa dengan kemandirian belajar tinggi menunjukkan kemampuan komunikasi matematis yang lebih tinggi. Terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemandirian belajar siswa dalam memengaruhi kemampuan komunikasi matematis.