

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pendidikan memiliki peran strategis dalam membentuk siswa menjadi individu yang cerdas, terampil, dan berkarakter. Melalui pendidikan, siswa tidak hanya dibimbing untuk menguasai berbagai ilmu pengetahuan, tetapi juga diarahkan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, serta kemampuan memecahkan masalah. Di tengah perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat, siswa diharapkan mampu beradaptasi dengan berbagai perubahan serta memiliki kemandirian dalam proses belajar.

Belajar matematika memainkan peranan penting dalam pendidikan dan kehidupan sehari-hari, dengan tujuan utamanya untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, logis, dan kreatif pada siswa. Melalui pembelajaran matematika yang diterapkan dengan metode yang tepat, siswa diharapkan dapat meningkatkan literasi matematika mereka dan mengaitkan konsep matematis dengan situasi nyata (Majid & Indrawati, 2023; Nuraeni et al., 2024). Selama proses belajar, pendekatan yang menyenangkan dan relevan telah terbukti efektif meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi siswa dalam belajar matematika (Liando, 2022; Rahmawati et al., 2024).

Tujuan belajar matematika sangat esensial dalam konteks pengembangan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa. Penelitian menunjukkan bahwa strategi pengajaran yang tepat dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa, yang pada gilirannya memfasilitasi interaksi dan diskusi di dalam kelas (Sumartono & Karmila, 2018). Aktivitas pembelajaran merupakan kegiatan yang terus menerus terjadi untuk setiap pendidikan. Adapun tujuan dari pembelajaran di dalam kelas adalah untuk mengembangkan kompetensinya berdasarkan kompetensi yang telah dimilikinya. Kualitas pembelajaran di Indonesia merupakan isu yang telah menjadi perhatian selama beberapa tahun terakhir. Berdasarkan hasil penilaian dari *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) (2023), kemampuan matematika siswa di Indonesia

menunjukkan hasil yang memprihatinkan. Data terkini mengungkapkan bahwa hanya 18% siswa di Indonesia yang berhasil mencapai setidaknya Level 2 dalam kompetensi matematika. Angka ini terpaut sangat jauh dari rata-rata negara-negara OECD yang mencapai 69%.

Salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya kemampuan matematika siswa adalah belum dimanfaatkannya berbagai sumber belajar secara maksimal, baik oleh guru maupun peserta didik (Ringu & Wangge, 2021). Pengalaman peneliti sebagai guru matematika di kota Bengkulu masih banyak permasalahan terjadi di kelas saat proses pembelajaran matematika. Permasalahan-permasalahan yang terjadi di antara nya adalah kesalahan konsep dan kesalahan prosedur yang dilakukan oleh siswa, kurang nya kemandirian belajar siswa dan rendah nya komunikasi matematis siswa saat proses pembelajaran. Dalam konteks kurikulum di Indonesia, komunikasi matematis dan kemandirian belajar adalah salah satu kompetensi yang ditekankan dalam kurikulum pendidikan dasar dan menengah (Permendikbudristek, 2024). Komunikasi matematis siswa sangat dipengaruhi oleh kemampuan awal siswa (Noer et al., 2022). Dalam pembelajaran matematika, kemampuan komunikasi matematis menjadi salah satu keterampilan penting yang perlu dikembangkan pada diri siswa. Siswa yang mampu berkomunikasi secara matematis akan lebih mudah menjelaskan gagasan, mengemukakan alasan logis, serta menyelesaikan permasalahan dengan berbagai cara yang sistematis. Tidak hanya memahami konsep, siswa juga diharapkan mampu menyampaikan pemikiran dan ide-ide matematisnya baik secara lisan maupun tulisan. Oleh karena itu, sangat penting bagi guru untuk menghadirkan model pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis sekaligus membentuk kemandirian belajar siswa secara optimal.

Komunikasi matematis tidak hanya membantu siswa dalam menyampaikan ide dan gagasan secara logis, tetapi juga mendorong mereka untuk berpikir secara terstruktur dalam menyelesaikan permasalahan. Penelitian oleh Nugraha et al., (2019) menunjukkan bahwa penguatan komunikasi matematis mendukung siswa

dalam mengungkapkan proses berpikir mereka melalui berbagai representasi, yang penting untuk memahami konsep matematika yang kompleks. Selain itu, Ghifari et al., (2023) menekankan bahwa kemampuan komunikasi matematis yang baik dapat meningkatkan interaksi siswa dalam diskusi dan kolaborasi, sehingga memperdalam pemahaman mereka terhadap materi. Dengan mampu mengkomunikasikan ide matematis, siswa dapat menguji kebenaran hasil kerja mereka melalui argumentasi logis dan mendapatkan umpan balik konstruktif dari guru maupun teman sejawat, yang pada akhirnya membantu mereka dalam identifikasi kesalahan konsep dan pengembangan keterampilan penalaran matematika (Afifah et al., 2023).

Kemandirian belajar merupakan aspek penting yang harus dibentuk dalam diri siswa sejak dini. Kemampuan untuk belajar secara mandiri memungkinkan siswa mengembangkan sikap tanggung jawab terhadap proses belajarnya, tanpa harus selalu bergantung pada arahan guru (Delima & Cahyawati, 2021). Dalam pembelajaran matematika, kemandirian belajar berfungsi sebagai penggerak bagi siswa untuk mencari sumber informasi tambahan, berlatih mengerjakan soal, serta mengkonstruksi pemahamannya secara mandiri. Kemandirian belajar memberikan manfaat jangka panjang bagi perkembangan akademik siswa. Siswa yang terbiasa belajar mandiri akan lebih mudah beradaptasi dengan berbagai situasi pembelajaran, baik secara individu maupun dalam kelompok (Prananto et al., 2022). Selain itu, kemandirian belajar juga berkaitan erat dengan peningkatan motivasi internal siswa, sehingga mereka terdorong untuk terus mengasah kemampuannya tanpa tekanan dari pihak luar (Purwanto et al., 2024). Di sisi lain, penerapan model pembelajaran yang tepat sangat menentukan efektivitas proses belajar. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif dalam meningkatkan keterampilan komunikasi matematis serta kemandirian belajar adalah pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*). Model ini menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam memecahkan permasalahan kontekstual, sehingga mereka dilatih untuk berpikir kritis, kreatif, dan komunikatif (Asih & Ramdhani, 2019).

Penerapan model pembelajaran berbasis masalah sangat cocok diterapkan pada mata pelajaran matematika, karena model ini mampu membuat siswa memecahkan beberapa masalah kontekstual yang berkaitan dengan mata pelajaran matematika sehingga dapat mengkonstruksi pemahaman siswa (Kaharuddin, 2019). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Kaharuddin (2019) menyimpulkan bahwa pengaruh model pembelajaran berbasis masalah lebih baik daripada model pembelajaran langsung dan model pembelajaran berbasis masalah berpengaruh positif terhadap hasil belajar matematika siswa. Pendekatan pembelajaran berbasis masalah berbantuan GeoGebra lebih baik dibandingkan siswa yang belajar dengan konvensional (Mahjoobin, 2016).

Pendekatan pembelajaran berbasis masalah diyakini dapat memberikan kontribusi positif terhadap peningkatan kemampuan komunikasi matematis peserta didik. Sejumlah studi telah menunjukkan bahwa penerapan model ini dalam pembelajaran matematika mampu mendorong siswa untuk lebih aktif dalam mengemukakan ide dan menjelaskan pemahaman mereka secara matematis. Penelitian yang dilakukan oleh Sari dan Rahadi (2014) mengungkapkan bahwa pendekatan tersebut efektif dalam memperkuat kemampuan komunikasi matematis. Temuan lain yang disampaikan oleh Tanjung (2017) menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa yang dibimbing melalui pembelajaran berbasis masalah lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional, yakni masing-masing sebesar 0,52 dan 0,45. Selaras dengan itu, Rasmuin dan Khatima (2023) menyimpulkan bahwa pembelajaran berbasis masalah yang dikombinasikan dengan kemampuan awal matematika tinggi (KAMT) maupun sedang (KAMS) menghasilkan capaian komunikasi matematis yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok siswa dengan kemampuan awal rendah (KAMR) yang menggunakan model serupa.

Pembelajaran berbasis masalah juga mendorong siswa untuk berperan aktif dalam mengelola pembelajaran mereka sendiri. Melalui penyajian masalah yang relevan, siswa diajak untuk mengeksplorasi, mencari solusi, serta

mempresentasikan hasil temuannya kepada teman maupun guru. Pola belajar seperti ini sangat potensial dalam membentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi serta meningkatkan motivasi belajar (Sumarniasih et al., 2023).

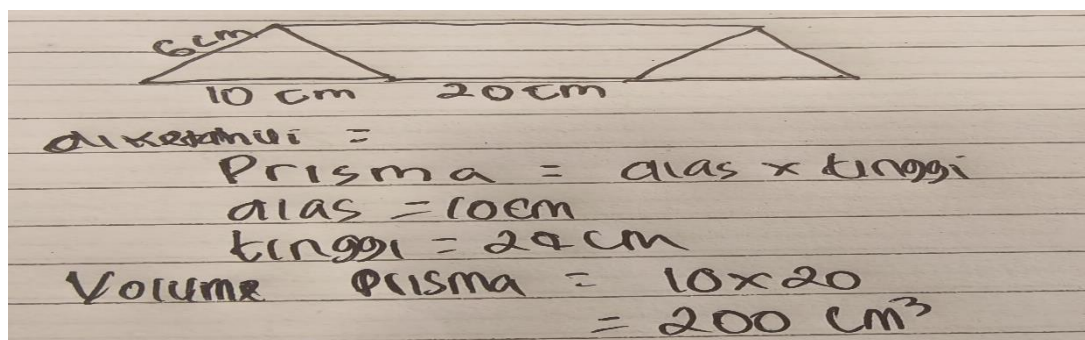
Perkembangan teknologi telah menghadirkan berbagai aplikasi yang dapat dimanfaatkan dalam pembelajaran matematika, salah satunya adalah GeoGebra. GeoGebra merupakan perangkat lunak berbasis komputer dan online yang memungkinkan visualisasi konsep-konsep geometri secara dinamis (Khansila et al., 2022). Khususnya pada materi bangun ruang sisi datar, GeoGebra memberikan fasilitas bagi siswa untuk memahami hubungan antar elemen geometri secara lebih jelas melalui visualisasi interaktif. Penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar dapat membantu siswa yang memiliki kecenderungan belajar visual. Dengan menyaksikan bentuk tiga dimensi secara interaktif, siswa dapat lebih mudah memahami karakteristik bangun ruang, menghitung luas, volume, serta menjelaskan sifat-sifat geometris secara logis dan sistematis. Penggunaan teknologi ini diyakini mampu meningkatkan partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran (Elvi & Nurjanah, 2017).

Berdasarkan studi pendahuluan yang peneliti lakukan di salah satu sekolah negeri di kota Bengkulu terhadap 38 siswa, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa masih tergolong rendah. Berdasarkan hasil observasi, ditemukan bahwa sebagian besar siswa kesulitan dalam mengungkapkan proses berpikirnya, baik secara lisan maupun tulisan. Mereka lebih sering menjawab soal secara langsung tanpa penjelasan proses, sehingga guru mengalami kesulitan menilai cara berpikir siswa. Bukan hanya kesulitan dalam mengungkapkan gagasan, siswa juga cenderung tidak mampu menyampaikan argumentasi logis ketika diberikan kesempatan untuk menjelaskan hasil kerja mereka. Pada saat kegiatan presentasi kelompok, hanya sedikit siswa yang aktif berbicara, sementara sebagian besar lainnya memilih diam atau hanya menyalin jawaban teman tanpa memahami prosesnya.

Sebagai langkah awal dalam penelitian ini, peneliti memberikan soal uraian yang telah disusun berdasarkan indikator komunikasi matematis kepada siswa. Melalui instrumen ini, peneliti dapat menilai bagaimana cara siswa menyampaikan ide-ide matematis serta sejauh mana mereka mampu mengungkapkan pemikiran matematis melalui berbagai bentuk representasi. Analisis terhadap jawaban siswa dilakukan secara kualitatif berdasarkan indikator komunikasi matematis yang telah ditetapkan dalam penelitian.

Indikator pertama yang dianalisis berfokus pada kemampuan siswa dalam menyatakan ide-ide matematis melalui lisan, tulisan, maupun representasi visual. Dalam kategori ini, peneliti mencermati bagaimana siswa menggambarkan ide atau situasi matematis menggunakan gambar. Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam memvisualisasikan informasi matematika, terutama dalam memilih representasi yang tepat sesuai konteks soal. Beberapa siswa hanya menuliskan angka atau perhitungan tanpa menunjukkan proses berpikir atau menggambarkan hubungan antar unsur dalam bentuk visual. Hal ini mengindikasikan bahwa kemampuan siswa dalam merepresentasikan situasi matematis masih perlu ditingkatkan.

Sebuah kardus susu berbentuk prisma segitiga memiliki alas berbentuk segitiga dengan panjang alas 10 cm dan tinggi segitiga 6 cm. Tinggi prisma (panjang kardus) adalah 20 cm. Hitunglah volume kardus tersebut.

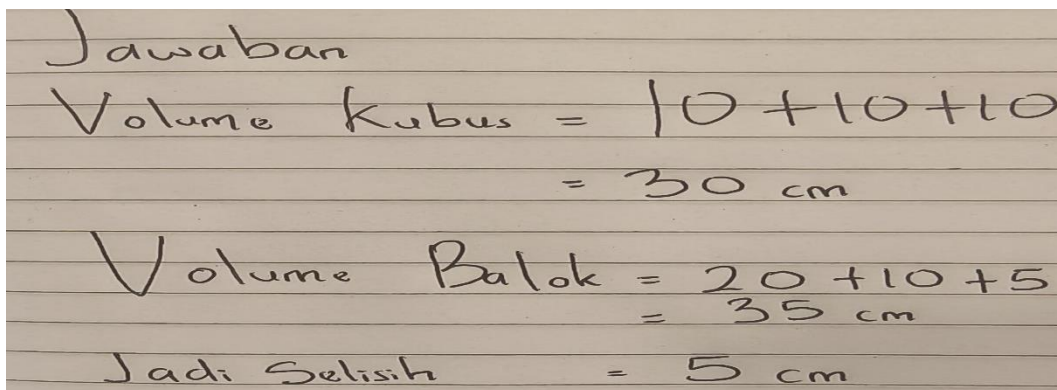


Gambar 1.1 Jawaban Siswa LF

Selanjutnya, indikator kedua mencakup aspek pemahaman, interpretasi, dan evaluasi terhadap ide-ide matematis. Dalam bagian ini, peneliti menganalisis

apakah siswa mampu mengumpulkan informasi yang relevan dari soal, menyatakan ide atau relasi matematis dengan berbagai cara, serta mengubah model matematika menjadi representasi atau kesimpulan yang bermakna. Pada hasil pretes, ditemukan bahwa banyak siswa belum sepenuhnya memahami informasi penting dari soal, sehingga jawaban mereka cenderung kurang lengkap atau tidak tepat sasaran. Misalnya, ada siswa yang hanya menjawab hasil akhir tanpa menjelaskan dari mana angka tersebut diperoleh atau bagaimana proses berpikirnya. Selain itu, belum banyak siswa yang menunjukkan kemampuan mengubah model matematika menjadi bentuk visual atau sebaliknya, yang menunjukkan masih terbatasnya fleksibilitas dalam berpikir matematis.

Terdapat dua wadah air, satu berbentuk kubus dengan panjang sisi 10 cm dan satu lagi balok dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm. Mana yang bisa menampung air lebih banyak dan berapa selisih volume keduanya?



Jawaban

$$\text{Volume Kubus} = 10 + 10 + 10$$

$$= 30 \text{ cm}$$

$$\text{Volume Balok} = 20 + 10 + 5$$

$$= 35 \text{ cm}$$

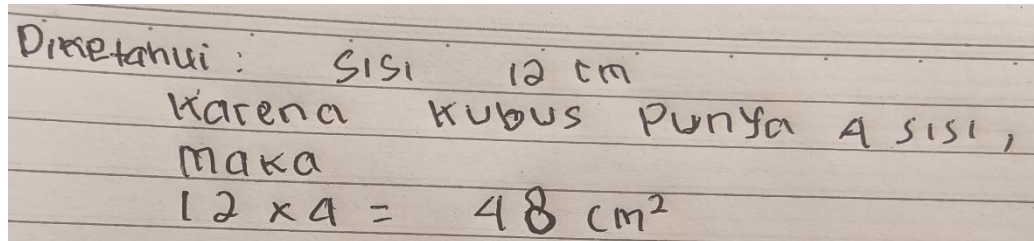
Jadi Selisih = 5 cm

Gambar 1.2 Jawaban Siswa RD

Indikator ketiga berkaitan dengan penggunaan istilah, notasi, dan struktur matematika secara tepat. Pada aspek ini, peneliti mengamati kemampuan siswa dalam membuat pertanyaan terhadap situasi matematis, menghubungkan berbagai ide atau informasi, serta menggunakan simbol atau notasi matematika secara konsisten. Hasil analisis menunjukkan bahwa hanya sebagian siswa yang menggunakan istilah atau simbol matematika secara tepat. Beberapa siswa tampak kebingungan dalam menyusun langkah-langkah penyelesaian soal, sehingga urutan pengerjaan tidak logis dan sulit dipahami. Hal ini menandakan bahwa struktur

berpikir matematis siswa masih belum sistematis, yang pada akhirnya mempengaruhi kejelasan dalam menyampaikan ide.

Sinta memiliki sebuah kotak mainan berbentuk kubus dengan panjang sisi 12 cm. Ia ingin melapisi seluruh permukaan luar kotak dengan kertas kado warna-warni. Berapa luas seluruh permukaan kotak yang harus dilapisi?



Diketahui : sisi 12 cm
 karena kubus punya 4 sisi,
 maka
 $12 \times 4 = 48 \text{ cm}^2$

Gambar 1.3 Jawaban Siswa AR

Secara keseluruhan, jawaban siswa memberikan gambaran umum bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa masih berada pada tahap dasar. Masih banyak siswa yang cenderung memberikan jawaban secara langsung tanpa melalui proses penjabaran ide yang lengkap, penggunaan representasi visual, maupun penalaran matematis yang runtut. Temuan ini menjadi landasan penting bagi peneliti dalam merancang intervensi pembelajaran yang dapat mengembangkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa secara lebih optimal.

Studi awal penelitian, informasi lebih mendalam terkait hambatan belajar yang dialami siswa dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi bangun ruang sisi datar, peneliti melakukan wawancara terhadap tiga orang siswa yang mewakili kategori kemampuan komunikasi matematis tinggi, sedang, dan rendah saat observasi awal. Kategori kemampuan komunikasi matematis siswa diperoleh dari skor hasil tes komunikasi matematis yang dianalisis menggunakan pendekatan statistik berdasarkan nilai mean (rata-rata) dan standar deviasi (SD). Pengkategorian ini mengacu pada panduan yang disampaikan oleh Wulan & Rusdiana (2014) di mana siswa diklasifikasikan ke dalam tiga kategori: tinggi, sedang, dan rendah. Siswa yang memperoleh skor lebih dari Mean + 1 SD dikategorikan memiliki kemampuan komunikasi matematis tinggi. Siswa dengan

skor dalam rentang $\text{Mean} \pm 1 \text{ SD}$ dikategorikan sedang, sedangkan yang memperoleh skor kurang dari $\text{Mean} - 1 \text{ SD}$ dikategorikan rendah. Wawancara ini bertujuan mengungkap secara langsung berbagai kendala yang dihadapi siswa baik dalam memahami konsep maupun dalam mengekspresikan ide-ide matematis, termasuk kemampuan visualisasi dan aktivitas belajar mandiri.

Siswa yang berada dalam kategori kemampuan tinggi menyampaikan bahwa secara umum ia mampu memahami dan menjelaskan materi matematika dengan cukup baik, termasuk dalam menyelesaikan soal dengan prosedur logis dan penggunaan notasi matematika yang sesuai. Namun demikian, siswa ini juga mengakui adanya kesulitan ketika harus membayangkan bentuk bangun ruang sisi datar tanpa adanya dukungan gambar atau visualisasi konkret. Ia menyatakan bahwa media pembelajaran yang memungkinkan visualisasi dinamis akan sangat membantunya dalam memahami bentuk, struktur, dan hubungan antar komponen bangun ruang. Siswa dengan kemampuan komunikasi matematis kategori sedang juga mengungkapkan adanya kendala dalam memahami bangun ruang sisi datar, terutama dalam hal membaca dan menggambarkan bentuk geometris. Ia menjelaskan bahwa selama ini ia merasa gambar-gambar bangun ruang yang statis, baik di buku teks maupun yang digambarkan di papan tulis, sulit dipahami secara spasial. Akibatnya, ia sering kali mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi bagian-bagian bangun, seperti sisi, rusuk, dan titik sudut, yang berdampak langsung pada ketidaktepatan dalam menyelesaikan soal.

Sementara itu, siswa dari kategori kemampuan rendah menunjukkan hambatan yang lebih kompleks dan mendasar. Ia mengungkapkan bahwa sejak awal ia merasa bingung ketika berhadapan dengan materi bangun ruang sisi datar. Ia tidak hanya kesulitan memahami deskripsi bentuk secara verbal, tetapi juga tidak mampu menggambarkan bentuk bangun secara akurat. Bahkan ketika diberikan gambar, ia sering tidak dapat mengidentifikasi dengan benar bagian-bagian bangun atau fungsinya dalam penyelesaian soal. Ia juga menyampaikan bahwa ia sangat bergantung pada penjelasan guru dan merasa tidak percaya diri untuk belajar sendiri

karena tidak memahami materi tanpa bantuan langsung. Dalam proses belajar mandiri, ia cenderung menghindari topik bangun ruang karena merasa takut gagal memahami.

Hasil wawancara ini secara keseluruhan menunjukkan bahwa visualisasi merupakan salah satu hambatan utama dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar. Ketiga siswa, meskipun berasal dari kategori kemampuan komunikasi matematis yang berbeda, menunjukkan kebutuhan yang sama terhadap alat bantu pembelajaran yang mampu menjembatani kesenjangan antara deskripsi abstrak dengan representasi visual yang nyata. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan teknologi, khususnya media berbasis visual interaktif seperti GeoGebra. GeoGebra memungkinkan siswa untuk memanipulasi objek bangun ruang secara dinamis, melihat bentuk dari berbagai sudut, serta memahami struktur geometris dengan lebih konkret. Dengan demikian, pengembangan bahan ajar berbasis GeoGebra menjadi sebuah kebutuhan yang relevan dan strategis dalam rangka meningkatkan pemahaman visual, kemampuan komunikasi matematis, serta kemandirian belajar siswa secara menyeluruh.

Terkait dengan permasalahan yang peneliti uraikan di atas, peneliti menemukan jawaban mengapa siswa lemah dalam komunikasi matematis, yaitu: dikarenakan siswa tidak terbiasa diberikan soal dalam bentuk permasalahan, kedua siswa tidak terbiasa mengeksplorasi konsep dengan alat peraga atau teknologi sehingga masih bingung dengan mengkonstruksi sebuah konsep, ketiga bahan ajar yang siswa gunakan belum mampu memberikan solusi dikarenakan bahan ajar yang di gunakan siswa lebih mengarahkan siswa untuk belajar konvensional yang membuat Interaksi yang terjadi antara siswa dan guru didalam kelas sangat membosankan (Hidayat dkk., 2023)

Selain kemampuan komunikasi yang rendah, hasil wawancara juga menunjukkan bahwa kemandirian belajar siswa belum optimal. Masih banyak siswa yang hanya aktif belajar saat diberikan instruksi langsung oleh guru. Ketika diberikan tugas mandiri, hanya sebagian kecil siswa yang menunjukkan inisiatif

untuk menyelesaikannya, sementara sebagian besar lainnya cenderung menunggu bantuan dari guru atau menyalin pekerjaan teman. Kecenderungan rendahnya kemandirian belajar juga terlihat dari minimnya usaha siswa dalam mencari referensi tambahan. Siswa lebih sering bergantung pada penjelasan guru, dan jarang memanfaatkan buku pelajaran ataupun sumber belajar daring untuk memahami materi lebih dalam. Hal ini tentunya menjadi tantangan dalam menciptakan pembelajaran matematika yang efektif dan bermakna.

Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika di sekolah menengah pertama tempat penelitian, diketahui bahwa kemandirian belajar siswa masih tergolong rendah. Guru menjelaskan bahwa sebagian besar siswa belum memiliki kebiasaan belajar secara mandiri di luar jam pelajaran. Siswa cenderung hanya belajar ketika mendapatkan tugas atau ada ujian, sedangkan pada hari-hari biasa mereka jarang melakukan aktivitas belajar secara inisiatif. Hal ini terlihat saat guru memberikan tugas mandiri, banyak siswa yang mengeluh kesulitan atau menunda mengerjakan tanpa adanya dorongan dari pihak luar, termasuk dari guru atau orang tua.

Guru juga menyampaikan beberapa alasan mengapa kemandirian belajar siswa kurang berkembang. Salah satu penyebab utamanya adalah kebiasaan siswa yang terbentuk sejak awal, di mana proses pembelajaran terlalu berpusat pada guru sehingga siswa tidak terbiasa mengambil inisiatif sendiri. Kurangnya variasi model pembelajaran yang melatih siswa berpikir mandiri serta minimnya penggunaan media pembelajaran yang menarik juga disebut guru sebagai faktor yang membuat siswa cenderung pasif dan kurang percaya diri dalam belajar secara mandiri.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti di kelas yang menjadi subjek penelitian, ditemukan adanya sejumlah permasalahan yang berkaitan dengan rendahnya tingkat kemandirian belajar siswa. Permasalahan ini menjadi salah satu hambatan utama dalam proses pembelajaran, terutama dalam upaya mendorong siswa untuk menjadi pembelajar aktif, mandiri, dan bertanggung jawab terhadap proses serta hasil belajarnya sendiri. Kemandirian belajar

merupakan aspek penting dalam pendidikan modern yang menekankan peran aktif siswa dalam mengelola proses belajar, namun kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa sebagian besar siswa masih menunjukkan ketergantungan yang cukup tinggi terhadap bantuan eksternal, baik dari guru maupun dari teman sekelas.

Salah satu permasalahan yang paling menonjol adalah ketergantungan siswa pada guru dan teman dalam menyelesaikan tugas-tugas belajar. Dalam proses pembelajaran di kelas, siswa cenderung menunggu instruksi dari guru untuk memulai aktivitas belajar dan tidak berani mengambil inisiatif untuk menjelajahi materi secara mandiri. Bahkan dalam menyelesaikan soal-soal latihan, sebagian siswa lebih memilih bertanya kepada teman atau menyalin jawaban orang lain daripada mencoba memahami dan menyelesaikan soal tersebut dengan upaya sendiri. Kondisi ini menunjukkan bahwa tingkat kepercayaan diri siswa dalam menghadapi permasalahan akademik masih rendah, yang berdampak pada terbatasnya kemampuan mereka untuk berkembang secara mandiri. Ketergantungan yang berlebihan ini tidak hanya menghambat proses belajar yang optimal, tetapi juga dapat mengurangi rasa tanggung jawab siswa terhadap tugas-tugas akademik yang seharusnya menjadi bagian dari perkembangan karakter pembelajar yang mandiri.

Selain ketergantungan terhadap pihak lain, permasalahan lain yang ditemukan adalah kurangnya motivasi internal dalam diri siswa untuk belajar. Beberapa siswa menunjukkan kecenderungan untuk belajar hanya jika ada dorongan dari luar, seperti pemberian nilai atau pujian. Mereka belum memiliki kesadaran bahwa belajar adalah kebutuhan pribadi dan bagian dari proses pengembangan diri. Orientasi belajar yang berpusat pada hadiah atau pengakuan eksternal ini menunjukkan lemahnya motivasi intrinsik siswa, yaitu dorongan dari dalam diri yang membuat seseorang belajar karena rasa ingin tahu, keinginan untuk berkembang, atau kepuasan dalam memahami sesuatu yang baru. Ketika motivasi internal rendah, maka siswa akan sulit mempertahankan semangat belajarnya dalam

jangka panjang, terutama ketika tidak ada faktor eksternal yang mendesak mereka untuk belajar.

Tingkat kemandirian belajar siswa yang masih rendah dipengaruhi oleh berbagai aspek, seperti peran guru, karakteristik siswa, serta penggunaan media pembelajaran. Meskipun telah dilakukan sejumlah upaya untuk mengatasi permasalahan ini, hasilnya belum menunjukkan peningkatan yang signifikan. Salah satu penyebab utama adalah pendekatan mengajar yang kurang menarik dari pihak guru. Minimnya variasi strategi pembelajaran yang diterapkan di kelas, serta kecenderungan untuk terus menggunakan metode tradisional, sering kali membuat suasana belajar menjadi monoton. Hal ini dapat menurunkan motivasi belajar siswa dan menghambat pengembangan kemandirian mereka.

Berdasarkan studi awal yang dilakukan oleh peneliti terhadap 38 siswa, ditemukan bahwa siswa dengan tingkat kemandirian belajar yang tinggi menunjukkan variasi dalam kemampuan komunikasi matematis mereka. Sebagian dari mereka berada pada kategori tinggi, sementara sebagian lainnya berada pada kategori sedang, namun tidak ditemukan siswa dengan kemampuan komunikasi matematis yang rendah dalam kelompok ini. Sementara itu, siswa dengan tingkat kemandirian belajar sedang cenderung memiliki kemampuan komunikasi matematis yang seragam, yaitu pada tingkat sedang. Hasil pengamatan awal juga menunjukkan bahwa dua peserta didik yang dijadikan subjek penelitian memiliki tingkat kemandirian belajar pada kategori sedang (Hidayat et al., 2023).

Peserta didik yang menunjukkan tingkat kemandirian belajar rendah cenderung memiliki kemampuan komunikasi matematis yang juga rendah. Variasi dalam kemampuan komunikasi matematis hanya tampak pada siswa dengan tingkat kemandirian belajar tinggi. Sementara itu, siswa yang berada pada kategori kemandirian belajar “sedang” menunjukkan pola kemampuan komunikasi matematis yang serupa, yakni berada di tingkat sedang tanpa adanya perbedaan yang mencolok. Adapun siswa dengan kemandirian belajar rendah secara konsisten menunjukkan kemampuan komunikasi matematis yang tergolong rendah pula.

Mengatasi permasalahan kemandirian belajar memerlukan pendekatan yang holistik dan melibatkan guru, orang tua, dan siswa itu sendiri. Ini bisa melibatkan pembelajaran keterampilan metakognitif, penggunaan strategi pembelajaran yang mendorong kemandirian, dan menciptakan lingkungan yang mendukung perkembangan kemandirian belajar. Selain itu, memotivasi siswa untuk belajar karena kepuasan pribadi dan meningkatkan rasa percaya diri mereka juga merupakan aspek penting dalam meningkatkan kemandirian belajar.

Meskipun komunikasi matematis dan kemandirian belajar merupakan dua kompetensi penting dalam pembelajaran matematika, keduanya sering kali dikaji secara terpisah. Komunikasi matematis lebih berfokus pada bagaimana siswa mampu mengungkapkan ide, menjelaskan proses berpikir, serta menyampaikan solusi secara logis baik melalui lisan, tulisan, maupun representasi visual. Di sisi lain, kemandirian belajar menekankan kemampuan siswa dalam mengelola proses belajarnya secara mandiri, meliputi inisiatif, pengendalian diri, dan evaluasi terhadap hasil belajar. Namun, studi pendahuluan menunjukkan adanya kesenjangan yang cukup mencolok. Siswa dengan komunikasi matematis yang rendah cenderung tidak mampu menjelaskan strategi penyelesaian, meskipun mereka mungkin memahami jawaban akhir. Sebaliknya, siswa dengan tingkat kemandirian belajar rendah cenderung bergantung pada guru atau teman, sehingga tidak memiliki keberanian untuk mengungkapkan pemikiran matematisnya secara mandiri. Kondisi ini menandakan bahwa kelemahan dalam komunikasi matematis dapat memperburuk rendahnya kemandirian belajar, dan sebaliknya, lemahnya kemandirian belajar dapat menghambat perkembangan komunikasi matematis.

Kesenjangan antara kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar menuntut adanya intervensi yang dirancang secara sistematis. Rendahnya hasil kemandirian belajar siswa ini membuat peneliti mencari solusi terkait permasalahan tersebut. Kusumaningrum et al., (2020) mengatakan bahwa Faktor penentu perkembangan tingkat kemampuan siswa dalam menerima pelajaran dalam proses pembelajaran adalah sebagian siswa harus mandiri dalam mempelajari

materi yang telah diberikan guru. Penelitian yang dilakukan oleh Jumaisyaroh & Hasratuddin (2016) menyimpulkan bahwa peningkatan kemandirian belajar siswa yang diberi pembelajaran berbasis masalah lebih tinggi daripada yang diberi pembelajaran langsung. Saputra & Fahrizal (2019) mengatakan kemandirian belajar siswa meningkat melalui pengembangan bahan ajar berbantuan GeoGebra. Selain itu, Fasa et al., (2020) mengatakan bahwa peningkatan kemandirian belajar siswa yang memperoleh model pembelajaran berbasis masalah berbantuan GeoGebra lebih baik dari pada siswa yang memperoleh model ekspositori.

Berdasarkan hasil wawancara dengan dua orang guru matematika di sekolah tersebut, diketahui bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran belum optimal. Meskipun fasilitas sekolah seperti komputer, LCD, dan akses internet sudah tersedia dengan baik, penggunaan teknologi dalam pembelajaran sehari-hari masih terbatas. Guru lebih sering menggunakan powerpoint hanya sebagai media presentasi materi, tanpa melibatkan teknologi interaktif lainnya. Guru menyampaikan bahwa alasan jarangya penggunaan teknologi disebabkan oleh keterbatasan bahan ajar yang tersedia. Buku pegangan guru maupun siswa tidak mengarahkan pada penggunaan teknologi interaktif seperti GeoGebra. Akibatnya, inovasi pembelajaran berbasis teknologi belum terimplementasi dengan baik di kelas.

Kemampuan siswa pada materi bangun ruang sisi datar dalam menjelaskan bentuk ruang dan sifat-sifatnya masih sangat lemah. Banyak siswa kesulitan membayangkan bentuk bangun ruang hanya dari gambar dua dimensi di buku teks. Hal ini berdampak pada ketidakmampuan mereka menjelaskan konsep secara utuh serta mengaitkan berbagai elemen bangun ruang dalam perhitungan. Guru juga menambahkan bahwa kemampuan visualisasi siswa sangat terbatas. Mereka sering mengalami kesulitan dalam menggambarkan atau menginterpretasikan bangun ruang dalam soal cerita maupun aktivitas diskusi kelompok. Akibatnya, pemahaman konsep geometri tiga dimensi siswa menjadi dangkal dan berorientasi pada hafalan rumus semata.

Wawancara dengan 3 orang siswa dan tiga orang guru, ditemukan pula bahwa buku pegangan yang digunakan tidak mendukung pembelajaran berbasis masalah. Sebagian besar materi disajikan dalam bentuk penjelasan singkat diikuti dengan latihan soal rutin. Tidak banyak tersedia permasalahan kontekstual yang dapat memancing rasa ingin tahu siswa atau melatih kemampuan berpikir kritis. Selain itu, buku tersebut tidak dilengkapi dengan panduan penggunaan teknologi dalam.

Studi pendahuluan terhadap buku matematika yang digunakan siswa di sekolah, terlihat bahwa buku tersebut secara langsung menghadirkan rumus-rumus untuk menghitung luas permukaan dan volume pada bangun ruang sisi datar tanpa adanya pemaparan yang memadai terlebih dahulu. Kondisi ini mengakibatkan siswa cenderung hanya menghafal urutan rumus-rumus tersebut tanpa benar-benar memahami inti dari makna rumus-rumus tersebut, serta asal usul rumus untuk menghitung luas permukaan dan volume pada bangun ruang sisi datar tersebut. Situasi ini membuat siswa seolah-olah merasa bahwa pembelajaran matematika menjadi suatu hal yang kompleks dan sulit, karena terdapat begitu banyak rumus yang harus diingat. Namun, pada kenyataannya, pemahaman siswa mengenai landasan dan konsep mendasar dari rumus-rumus tersebut belum terbentuk secara memadai. Selain itu, buku paket juga belum memberikan panduan yang memadai bagi siswa untuk mengembangkan kemampuan komunikasi matematis mereka.

Latihan yang tercantum dalam buku pegangan siswa disekolah langsung berfokus pada penerapan rumus. Siswa dapat secara langsung menggantikan angka-angka yang diberikan dalam latihan ke dalam rumus yang diberikan. Soal-soal yang terdapat dalam latihan cenderung bersifat rutin. Latihan ini tidak mengarahkan siswa pada latihan keterampilan komunikasi matematis nya (Al-Mutawah, Thomas, Eid, Mahmoud, & Fateel, 2019). Latihan yang diberikan juga mencakup soal-soal non rutin, di mana solusi penyelesaian tidak dapat ditemukan dengan mudah oleh siswa. Siswa diharapkan untuk benar-benar memahami konteks masalah yang

diberikan, sehingga mereka dapat mengasah kemampuan komunikasi matematis mereka .

Bahan ajar yang inovatif diperlukan karena pembelajaran matematika di sekolah umumnya masih berpusat pada hafalan rumus dan penyelesaian soal rutin. Akibatnya, siswa kurang memiliki ruang untuk berlatih menjelaskan pemikirannya maupun mengembangkan strategi belajar mandiri. Dengan menghadirkan bahan ajar berbantuan teknologi seperti GeoGebra, siswa dapat memvisualisasikan konsep abstrak menjadi lebih nyata, sekaligus terdorong untuk mengeksplorasi ide-ide matematis secara mandiri. Hal ini memberikan kesempatan bagi siswa untuk mengasah keterampilan komunikasi matematis melalui aktivitas menjelaskan, berdiskusi, serta mempresentasikan hasil kerjanya, sekaligus menumbuhkan kemandirian melalui eksplorasi mandiri terhadap materi.

GeoGebra memiliki berbagai keunggulan dalam pembelajaran bangun ruang sisi datar. Aplikasi ini memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi model bangun ruang secara interaktif, mengubah tampilan sudut pandang, serta memanipulasi ukuran bangun ruang dengan mudah. Hal ini dapat membantu siswa membangun pemahaman konsep yang lebih mendalam dibandingkan hanya mengandalkan gambar statis di buku. Selain sebagai alat visualisasi, GeoGebra juga memberikan fasilitas eksplorasi konsep matematika secara mandiri. Siswa dapat mencoba berbagai kemungkinan penghitungan luas, volume, serta mengamati perubahan bentuk bangun ruang secara real time. Fitur-fitur interaktif ini mampu merangsang rasa ingin tahu dan motivasi belajar siswa.

Pemanfaatan GeoGebra dalam pembelajaran matematika sangat sesuai dengan tuntutan pendidikan modern karena mampu memvisualisasikan konsep abstrak secara interaktif dan mendukung pengembangan keterampilan komunikasi matematis. Aplikasi ini dapat diakses secara gratis melalui komputer maupun perangkat seluler, sehingga memberikan kemudahan dalam mendukung proses belajar yang fleksibel. Melalui GeoGebra, guru dapat merancang bahan ajar yang berbasis pada pemecahan masalah untuk menciptakan lingkungan belajar yang

lebih menarik, interaktif, dan komunikatif. Siswa tidak lagi hanya menerima informasi secara satu arah, melainkan didorong untuk berpartisipasi aktif dalam mengeksplorasi dan membangun pemahaman konsep secara mandiri. Pengalaman belajar yang dihasilkan melalui interaksi dengan GeoGebra diyakini dapat mendorong peningkatan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian dalam belajar. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan bahan ajar geometri khususnya bangun ruang sisi datar dengan mengintegrasikan pendekatan problem based learning dan teknologi GeoGebra. Penggabungan antara keterampilan komunikasi matematis, kemandirian belajar, model pembelajaran berbasis masalah, serta media interaktif seperti GeoGebra diharapkan mampu menciptakan proses pembelajaran matematika yang lebih efektif, menyenangkan, dan bermakna bagi siswa.

Menurut Kusumah et al. (2020), GeoGebra dapat dimanfaatkan sebagai sarana pendukung bagi siswa dalam mengeksplorasi berbagai konsep matematika. Penerapan GeoGebra pada pembelajaran geometri tiga dimensi terbukti mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa lebih baik dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran konvensional. Hal ini sejalan dengan pendapat Dikovic (2009) yang menyatakan bahwa GeoGebra dirancang untuk memfasilitasi siswa dalam membangun pemahaman matematika yang lebih mendalam. Di sisi lain, keberhasilan siswa dalam proses pembelajaran juga sangat dipengaruhi oleh kualitas bahan ajar yang disusun oleh guru. Materi pelajaran yang terstruktur dan sistematis dapat memberikan ruang bagi siswa untuk belajar secara mandiri. Selain itu, bahan ajar yang baik juga mendukung guru dan siswa untuk tetap terarah dalam mencapai tujuan pembelajaran secara optimal (Saputra & Fahrizal, 2019). Pengembangan bahan ajar berbasis GeoGebra pun terbukti mampu meningkatkan kemandirian belajar siswa (Saputra & Fahrizal, 2019).

Studi yang dilakukan oleh Hadi (2022) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada rata-rata hasil posttest antara siswa yang mengikuti pembelajaran menggunakan aplikasi GeoGebra dan mereka yang tidak

menggunakannya. Hasil belajar kelompok yang menggunakan GeoGebra cenderung lebih tinggi dibandingkan kelompok yang tidak melibatkan aplikasi tersebut dalam proses pembelajaran (Saha et al., 2010). Selain itu, tingkat kemandirian belajar siswa juga tampak lebih baik pada mereka yang belajar dengan bantuan GeoGebra dibandingkan siswa yang mengikuti pembelajaran tanpa aplikasi tersebut. Keberhasilan siswa dalam proses belajar sangat dipengaruhi oleh bahan ajar yang disiapkan oleh guru. Materi pembelajaran yang dirancang secara sistematis dapat mendukung siswa untuk belajar secara mandiri. Selain itu, bahan ajar juga membantu guru dan siswa untuk tetap fokus dalam pembelajaran serta mencapai kompetensi yang ditargetkan (Saputra & Fahrizal, 2019).

Penggunaan GeoGebra dalam proses pembelajaran matematika memberikan sejumlah manfaat yang signifikan. Pertama, GeoGebra berfungsi sebagai media yang efektif dalam meningkatkan mutu pembelajaran, terutama dalam membantu siswa mengeksplorasi, memvisualisasikan, dan membangun pemahaman terhadap konsep-konsep matematika. Kedua, aplikasi ini mampu mendukung pengembangan berbagai kemampuan matematis siswa, seperti kemampuan dalam membuat pembuktian, bernalar secara logis, dan menyelesaikan permasalahan matematika. Ketiga, GeoGebra dinilai sangat membantu baik bagi siswa maupun guru karena kemudahannya dalam penggunaan serta aksesibilitasnya yang fleksibel, yang memungkinkan pengguna untuk mengaksesnya kapan pun dan di mana pun (Tamam & Dasari, 2021).

Studi pendahuluan yang dilakukan di tempat penelitian yaitu salah satu sekolah negeri di kota Bengkulu juga menunjukkan bahwa siswa memiliki karakteristik yang mendukung penerapan teknologi dalam pembelajaran, khususnya dalam penggunaan perangkat lunak seperti GeoGebra. Salah satu temuan yang menonjol adalah keterampilan siswa dalam mengoperasikan perangkat teknologi pendidikan. Mereka telah terbiasa menggunakan berbagai aplikasi pembelajaran digital dalam aktivitas belajar sehari-hari, yang menunjukkan kesiapan dalam beradaptasi dengan media pembelajaran berbasis teknologi

interaktif. Selain itu, kondisi lingkungan belajar juga tergolong kondusif, ditandai dengan tersedianya fasilitas penunjang yang memadai, seperti komputer, proyektor, dan akses internet di ruang kelas. Dukungan infrastruktur ini memungkinkan proses pembelajaran matematika berbasis teknologi dapat dilaksanakan secara optimal. Dengan mempertimbangkan karakteristik siswa dan lingkungan pembelajaran yang mendukung, penggunaan GeoGebra dalam pembelajaran matematika dinilai memiliki potensi untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan kemampuan komunikasi matematis siswa secara lebih efektif.

Selain kesiapan siswa dan lingkungan pembelajaran, kompetensi teknologi yang dimiliki guru juga menjadi faktor penentu keberhasilan implementasi bahan ajar berbasis GeoGebra. Guru matematika di sekolah tempat penelitian juga telah menguasai penggunaan teknologi Pendidikan, sehingga mampu beradaptasi dengan pembelajaran yang interaktif serta mendukung pencapaian tujuan pembelajaran. Dengan keterampilan tersebut, guru dapat memfasilitasi siswa dalam mengembangkan kemampuan komunikasi matematis dan membentuk sikap belajar mandiri secara lebih optimal. Berdasarkan kondisi tersebut, sekolah ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena dinilai memiliki karakteristik yang sesuai untuk mengimplementasikan inovasi pembelajaran berbasis teknologi. Penelitian ini diharapkan dapat memperkuat upaya peningkatan kualitas pembelajaran matematika melalui pemanfaatan media digital yang tepat guna dan bermakna.

Penelitian mengenai pengembangan bahan ajar matematika terus mengalami perkembangan seiring dengan tuntutan pembelajaran yang menekankan penguatan kompetensi siswa secara komprehensif, khususnya dalam aspek kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar. Berbagai penelitian sebelumnya telah memberikan kontribusi terhadap pemahaman mengenai model dan media pembelajaran yang efektif dalam mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Nayan dan Fitri (2021), menunjukkan bahwa kemampuan komunikasi matematis siswa berkaitan erat dengan gaya belajar masing-masing individu. Hal ini memberikan implikasi bahwa pengembangan bahan ajar perlu

mempertimbangkan karakteristik siswa, termasuk preferensi dan kebiasaan belajar mereka, agar dapat memberikan dampak maksimal terhadap proses dan hasil belajar. Sementara itu, Wahyuni dan Angraini (2021) menyoroti efektivitas bahan ajar berbasis pemecahan masalah dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Pendekatan berbasis masalah ini dinilai mampu menstimulasi kemampuan berpikir kritis dan analitis, serta mendorong siswa untuk aktif membangun pengetahuan melalui proses penyelesaian masalah yang kontekstual.

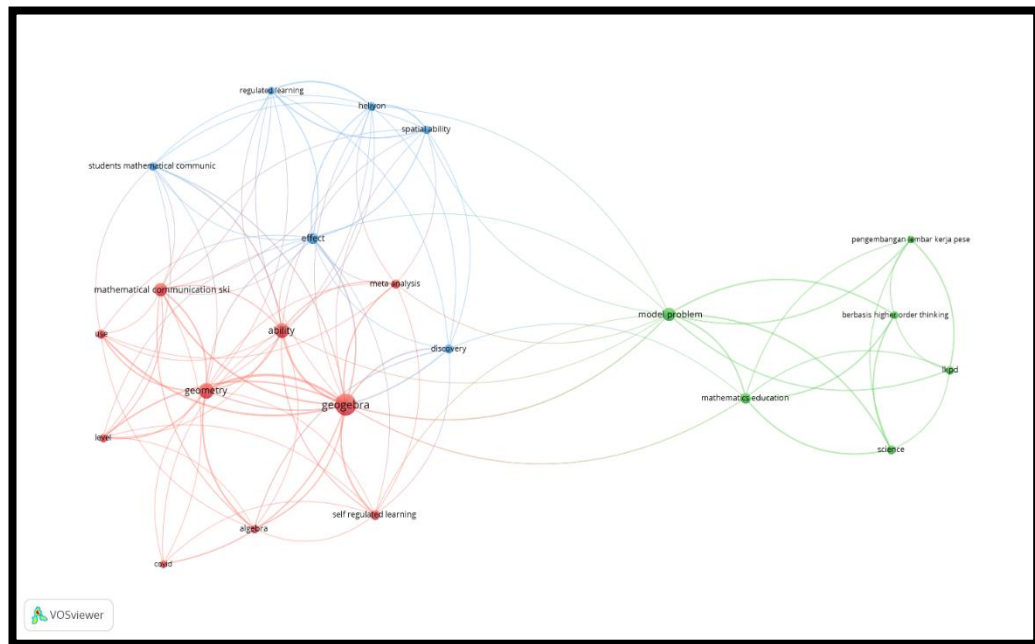
Dalam ranah pengembangan media pembelajaran, Puspita dkk., (2023) mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis *Discovery Learning* dengan pendekatan kontekstual. Penelitian ini membuktikan bahwa pembelajaran yang mengaitkan materi dengan konteks kehidupan nyata siswa dapat secara efektif meningkatkan kemampuan komunikasi matematis. Hal serupa juga diperlihatkan oleh Wahyuni & Yolanda, (2021), yang menunjukkan bahwa bahan ajar multimedia interaktif tidak hanya mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis, tetapi juga mendorong kemandirian belajar mahasiswa. Temuan ini menegaskan pentingnya integrasi teknologi dalam pengembangan bahan ajar yang adaptif dan responsif terhadap kebutuhan zaman.

Secara teoretis, pengembangan bahan ajar berbasis Problem Based Learning (PBL) diyakini mampu meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa karena pendekatan ini menekankan pada keterlibatan aktif dalam memecahkan masalah kontekstual yang relevan dengan kehidupan sehari-hari (Meilani, A., & Ritonga, 2025). Melalui PBL, siswa didorong untuk berdiskusi, mengemukakan ide, menjelaskan alasan, serta menyajikan solusi baik secara lisan maupun tulisan, sehingga aspek komunikasi matematis berkembang secara optimal (Nugroho; et al., 2024). Selain itu, PBL juga memberikan kesempatan kepada siswa untuk bekerja sama dalam kelompok, sehingga terlatih menyampaikan gagasan dengan jelas dan memahami argumen orang lain, yang pada akhirnya memperkuat keterampilan

komunikasi matematis sebagai bagian penting dalam pembelajaran matematika (NCTM, 2000).

Untuk memperkuat landasan studi pendahuluan dalam penelitian ini, peneliti menggunakan perangkat lunak *VOSviewer* sebagai alat bantu dalam melakukan analisis bibliometrik terhadap sejumlah artikel ilmiah yang relevan. Tujuan dari penggunaan *VOSviewer* adalah untuk memetakan keterkaitan antar-topik atau kata kunci utama yang sering muncul dalam publikasi terkait pengembangan bahan ajar, pembelajaran berbasis masalah, GeoGebra, serta kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa. Dengan memanfaatkan data dari basis referensi yang telah dikumpulkan, peneliti mengidentifikasi sejauh mana keterhubungan antar-isu tersebut telah dikaji sebelumnya dan menemukan celah penelitian yang belum banyak dieksplorasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa keterkaitan antara pendekatan pembelajaran berbasis masalah dan kemampuan komunikasi matematis belum tergambarkan secara kuat, begitu pula integrasi GeoGebra dalam konteks tersebut. Temuan ini semakin menegaskan urgensi penelitian yang dilakukan dan memperkuat posisi kebaruan studi yang dikembangkan.

Berdasarkan hasil analisis bibliometrik terhadap 100 dokumen terpilih menggunakan perangkat lunak *VOSviewer*, diperoleh visualisasi peta pengetahuan yang memetakan 22 kata kunci yang saling terhubung dalam tiga klaster utama, dengan total 104 hubungan (links) dan kekuatan hubungan keseluruhan (total link strength) sebesar 217 (Gambar 1.1). Temuan ini menunjukkan adanya keterkaitan yang cukup kuat antar-topik dalam penelitian yang berkaitan dengan pembelajaran matematika, khususnya dalam konteks pengembangan bahan ajar berbasis teknologi dan penerapan strategi pedagogis tertentu,

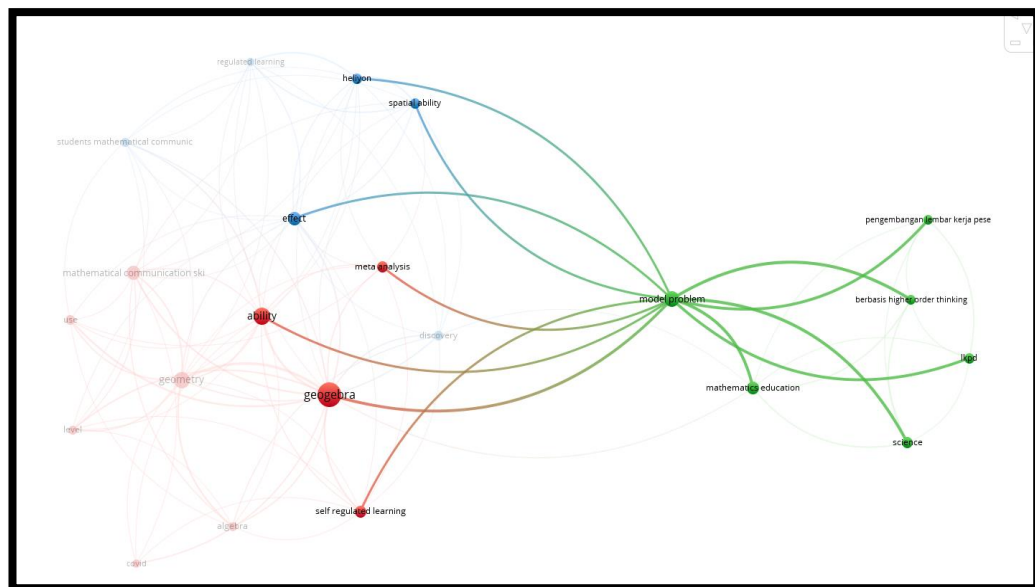


Gambar 1.4 Network Visualization

Kata kunci yang paling dominan dalam visualisasi tersebut adalah "GeoGebra", yang ditandai dengan ukuran simpul (node) terbesar dan jumlah hubungan terbanyak dengan kata kunci lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa GeoGebra merupakan topik yang paling sering diteliti dan memiliki keterhubungan tinggi dengan berbagai aspek lain dalam pembelajaran matematika, terutama pada bidang geometri. Dominasi ini memperlihatkan bahwa penelitian mengenai pemanfaatan GeoGebra dalam konteks pendidikan matematika, khususnya pada penguasaan konsep-konsep geometri, masih menjadi fokus utama dalam literatur ilmiah.

Selain itu, kata kunci seperti "geometry" dan "ability" juga tampak menonjol dalam jaringan visual tersebut, yang menunjukkan bahwa terdapat perhatian besar dalam pengembangan kemampuan siswa dalam memahami konsep geometri, terutama pada materi bangun ruang sisi datar. Kemunculan kata kunci "*mathematical communication skills*" juga menegaskan bahwa keterampilan komunikasi matematis menjadi salah satu aspek kompetensi yang mulai mendapat perhatian, meskipun frekuensinya belum sebesar GeoGebra dan geometri. Hal ini

memberikan peluang untuk mengkaji lebih lanjut keterkaitan antara penguasaan materi geometri dan penguatan kemampuan komunikasi matematis siswa. Sementara itu, kemunculan kata kunci "*problem-based learning*" yang tergabung dalam salah satu kluster menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis masalah telah banyak digunakan sebagai strategi untuk meningkatkan pemahaman konsep matematika dan mendorong partisipasi aktif siswa dalam proses pembelajaran. Hal ini mencerminkan pergeseran paradigma menuju pembelajaran yang lebih konstruktif, kontekstual, dan berpusat pada siswa. Berdasarkan hasil analisis bibliometrik menggunakan *VOSviewer*, ditemukan bahwa penelitian mengenai penggunaan GeoGebra Online dalam pembelajaran matematika masih relatif terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya celah penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut.



Gambar 1.5 Visualisasi Bibliometrik

Berdasarkan hasil visualisasi bibliometrik, ditemukan bahwa kajian yang secara eksplisit membahas keterkaitan antara pendekatan pembelajaran berbasis masalah dan peningkatan kemampuan komunikasi matematis dalam konteks pendidikan matematika masih terbatas. Dengan demikian, terdapat celah kajian yang signifikan, terutama terkait integrasi antara model pembelajaran berbasis

masalah, pemanfaatan perangkat GeoGebra, pengembangan bahan ajar, serta penguatan kemampuan komunikasi matematis siswa.

Berdasarkan temuan-temuan tersebut, peneliti merancang penelitian yang berjudul “pengembangan bahan ajar bangun ruang sisi datar untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa melalui pembelajaran berbasis masalah berbantuan GeoGebra.” Penelitian ini menawarkan pendekatan yang terintegrasi, inovatif, dan kontekstual dengan menggabungkan pembelajaran berbasis masalah serta pemanfaatan teknologi digital interaktif dalam bentuk *GeoGebra Online*. Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya berbasis pada konten konseptual geometri bangun ruang sisi datar, tetapi juga secara langsung dibangun dan disajikan dalam platform *GeoGebra*, sehingga interaksi siswa dengan objek-objek matematika yang dinamis dan manipulatif.

Penggunaan *GeoGebra Online* dalam penelitian ini memberikan keunggulan tersendiri dalam mendukung proses pembelajaran. Selain membuat siswa memvisualisasikan dan memanipulasi bangun ruang secara langsung, aplikasi ini juga menyediakan fitur pemantauan aktivitas siswa secara *real time*. Dengan kata lain, guru dapat mengamati progres kerja setiap siswa melalui akun *GeoGebra* tanpa harus secara fisik berkeliling kelas untuk memeriksa hasil kerja satu per satu. Hal ini sangat membantu dalam pengelolaan kelas yang lebih efisien dan membuat guru memberikan umpan balik secara lebih cepat dan tepat sasaran. Fitur pemantauan ini juga mendorong siswa untuk lebih bertanggung jawab terhadap tugasnya, sekaligus memberikan rasa kehadiran guru meskipun interaksi terjadi secara digital.

Dari sisi tujuan pembelajaran, penelitian ini menargetkan peningkatan dua aspek penting, yaitu kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar. Kemampuan komunikasi matematis mencerminkan kecakapan siswa dalam mengungkapkan ide, menjelaskan proses berpikir, serta menyampaikan solusi matematis secara terstruktur dan logis, baik secara lisan maupun tulisan. Sementara

itu, kemandirian belajar menjadi indikator penting dalam mengukur sejauh mana siswa mampu mengelola proses belajarnya sendiri, termasuk inisiatif dalam memahami materi, menyelesaikan tugas, serta mengevaluasi hasil belajar mereka secara mandiri.

Selain itu, fokus penelitian ini pada topik bangun ruang sisi datar memberikan kontribusi kontekstual yang spesifik terhadap kurikulum matematika di tingkat SMP. Visualisasi objek geometri tiga dimensi, seperti kubus, balok, prisma, dan limas melalui *GeoGebra*, menjadikan konsep-konsep tersebut lebih konkret dan mudah dipahami oleh siswa. Hal ini menjawab salah satu tantangan utama dalam pembelajaran geometri yang sering kali bersifat abstrak jika hanya disampaikan secara verbal atau dengan gambar statis di buku teks. Dengan merujuk pada hasil-hasil penelitian terdahulu serta mempertimbangkan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 yang menuntut integrasi antara pemahaman konseptual, literasi teknologi, dan keterampilan mandiri, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata bagi praktik pembelajaran matematika di sekolah. Melalui pengembangan bahan ajar berbasis masalah yang terintegrasi dengan *GeoGebra Online*, proses pembelajaran tidak hanya menjadi lebih menarik dan interaktif, tetapi juga mampu menumbuhkan kompetensi-kompetensi yang dibutuhkan oleh siswa dalam menghadapi tantangan di masa depan.

1.2 Rumusan Masalah Dalam Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, terdapat kebutuhan untuk mengembangkan bahan ajar yang mampu menunjang pembelajaran matematika secara efektif, khususnya dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa. Salah satu pembelajaran yang dianggap relevan adalah pembelajaran berbasis masalah dengan dukungan media interaktif seperti *GeoGebra*. Oleh karena itu, untuk mengarahkan fokus penelitian ini secara lebih terstruktur, maka dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan bahan ajar berbantuan GeoGebra melalui pembelajaran berbasis masalah yang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa?
2. Bagaimana validitas, kepraktisan, dan efektivitas bahan ajar bangun ruang sisi datar berbantuan GeoGebra melalui pembelajaran berbasis masalah yang dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa?
3. Bagaimana aktivitas siswa dalam pembelajaran berbasis masalah berbantuan GeoGebra?
4. Bagaimana peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa dalam pembelajaran berbasis masalah setelah menggunakan bahan ajar berbantuan GeoGebra?
5. Bagaimana kecenderungan kemandirian belajar siswa dalam pembelajaran berbasis masalah menggunakan bahan ajar berbantuan GeoGebra?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar matematika materi bangun ruang sisi datar untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar melalui pembelajaran berbasis masalah berbantuan GeoGebra dalam pelajaran matematika sekolah menengah pertama. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mendeskripsikan cara mengembangkan bahan ajar berbantuan GeoGebra yang dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa.
2. Mendeskripsikan validitas, kepraktisan, dan efektivitas bahan ajar berbantuan GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa.
3. Mendeskripsikan aktivitas siswa dalam pembelajaran berbasis masalah berbantuan GeoGebra.

4. Mendeskripsikan peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa berdasarkan hasil pretest dan posttest setelah penggunaan bahan ajar berbantuan GeoGebra.
5. Mendeskripsikan kecenderungan kemandirian belajar siswa berdasarkan hasil angket selama penggunaan bahan ajar berbantuan GeoGebra.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disampaikan, maka penelitian ini diarahkan untuk mencapai beberapa tujuan yang berkaitan dengan pengembangan dan implementasi bahan ajar berbantuan GeoGebra dalam pembelajaran berbasis masalah. Tujuan tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi secara komprehensif mengenai aspek pengembangan, validitas, kepraktisan, efektivitas, serta dampaknya terhadap kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa. Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan kontribusi dalam pengembangan bahan ajar berbantuan GeoGebra yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa. Hasil pengembangan ini dapat menjadi rujukan bagi guru dan pengembang bahan ajar dalam merancang media pembelajaran yang inovatif dan kontekstual.
2. Menyediakan informasi empiris mengenai validitas, kepraktisan, dan efektivitas bahan ajar berbantuan GeoGebra dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi bangun ruang sisi datar. Hal ini bermanfaat bagi peneliti dan praktisi pendidikan dalam mengevaluasi kualitas bahan ajar dari berbagai aspek pengembangan instruksional.
3. Memberikan gambaran tentang aktivitas siswa selama proses pembelajaran berbasis masalah berbantuan GeoGebra, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan bagi guru dalam memilih pendekatan yang mendorong keterlibatan aktif, interaksi, dan pemecahan masalah secara kolaboratif di kelas.

4. Menyajikan data mengenai peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa setelah penggunaan bahan ajar berbantuan GeoGebra. Temuan ini dapat membantu guru memahami pengaruh media visual interaktif terhadap kemampuan siswa dalam menyampaikan ide dan solusi secara matematis.
5. Menggambarkan kecenderungan kemandirian belajar siswa berdasarkan hasil angket selama penggunaan bahan ajar, yang berguna untuk mengukur dampak bahan ajar terhadap sikap dan perilaku belajar mandiri siswa. Informasi ini penting bagi guru dalam merancang strategi pembelajaran yang mendukung penguatan karakter dan tanggung jawab belajar siswa.

1.5 Definisi Operasional

Agar penelitian ini memiliki kejelasan dan fokus yang terarah, maka diperlukan penjabaran definisi operasional dari setiap variabel yang digunakan. Adapun definisi operasional dari masing-masing variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan ajar berbantuan GeoGebra adalah bahan ajar yang digunakan untuk membantu dan menunjang proses pembelajaran antara pendidik dan peserta didik dengan memanfaatkan aplikasi GeoGebra secara daring. Bahan ajar ini memuat materi pembelajaran secara lengkap yang terintegrasi di dalam aplikasi GeoGebra, sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami konsep-konsep matematika melalui eksplorasi visual dan interaktif.
2. Bangun ruang sisi datar (BRSD) adalah bangun ruang tiga dimensi yang memiliki sisi-sisi berbentuk bangun datar, seperti segi empat atau segitiga, tanpa sisi lengkung. Jenis-jenis bangun ruang sisi datar meliputi kubus, balok, prisma, dan limas yang masing-masing memiliki karakteristik khusus berdasarkan jumlah sisi, rusuk, dan titik sudutnya.
3. Komunikasi matematis siswa adalah kemampuan siswa dalam mengungkapkan ide, pemikiran, atau penyelesaian masalah matematika. Dalam penelitian ini, komunikasi matematis yang dinilai terbatas pada bentuk tulisan, yaitu

bagaimana siswa menyajikan penyelesaian soal atau menjelaskan konsep matematika secara tertulis dengan baik dan sistematis.

4. Kemandirian belajar siswa adalah kemampuan peserta didik dalam mengelola dan mengatur aktivitas belajarnya secara mandiri, termasuk kemampuan memahami materi, menentukan target belajar, serta mengambil inisiatif tanpa tergantung pada bantuan orang lain. Kemandirian belajar mencerminkan sikap tanggung jawab siswa terhadap proses belajarnya sendiri.
5. GeoGebra adalah aplikasi perangkat lunak berbasis teknologi yang digunakan dalam proses pembelajaran matematika. Aplikasi ini menggabungkan berbagai bidang matematika, seperti geometri, aljabar, dan kalkulus, sehingga memungkinkan pengguna untuk melakukan eksplorasi dan visualisasi konsep-konsep matematika secara interaktif dan dinamis.
6. Pembelajaran berbasis masalah adalah suatu pendekatan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik melalui pemberian permasalahan kontekstual untuk diselesaikan secara aktif. Metode ini menuntut siswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta komunikasi dengan cara menemukan solusi atas permasalahan yang disajikan selama proses pembelajaran berlangsung.