

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan menghasilkan bahan ajar matematika yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan komunikasi matematis serta kemandirian belajar siswa. Pembuatan bahan ajar dirancang sesuai karakteristik peserta didik dan disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran di kelas. Hasil pengembangan diharapkan dapat membantu guru dalam melaksanakan proses pembelajaran berbasis masalah dengan memanfaatkan teknologi, khususnya aplikasi *GeoGebra*, sehingga proses belajar menjadi lebih interaktif dan bermakna. Jadi, Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang bertujuan untuk menghasilkan bahan ajar matematika berbasis *GeoGebra* yang valid, praktis, dan efektif. Proses pengembangan dilakukan dengan mengikuti model ADDIE, yang mencakup tahapan analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi.

Penelitian pengembangan menurut Sugiyono (2016) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk merancang dan menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut secara ilmiah. Penelitian pengembangan tidak hanya berfokus pada pengujian teori, tetapi menghasilkan produk yang dapat digunakan secara langsung dalam kegiatan pembelajaran. Produk yang dihasilkan melalui tahapan-tahapan sistematis agar memenuhi aspek kelayakan, kepraktisan, serta efektivitas sehingga memberikan dampak positif bagi peningkatan kualitas proses dan hasil belajar siswa

Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahapan utama yang saling berkesinambungan yaitu pengumpulan informasi, rancangan draft, dan pengujian keefektifan. Pengumpulan informasi dilakukan sebagai tahap awal untuk mengetahui kebutuhan siswa serta permasalahan yang muncul dalam proses pembelajaran matematika di kelas. Proses pengumpulan informasi dilakukan melalui observasi, wawancara, dan penyebaran angket kepada guru maupun peserta didik (Kharisma & Asman, 2018). Rancangan *draft* bahan ajar disusun berdasarkan

data yang diperoleh pada tahap sebelumnya dengan mengacu pada kurikulum yang berlaku serta prinsip pembelajaran berbasis masalah berbantuan GeoGebra. Kegiatan pembelajaran menggunakan teknologi informasi turut diangkat dalam pengembangan bahan ajar ini, dengan tujuan memperkaya metode dan meningkatkan interaktivitas dalam proses belajar (Haerani et al., 2022).

Bahan ajar dirancang secara sistematis agar mudah dipahami dan menarik digunakan oleh siswa. Pengujian keefektifan bahan ajar dilakukan melalui implementasi secara langsung di kelas untuk menilai kelayakan, kepraktisan, serta pengaruh bahan ajar terhadap kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar siswa. Hasil pengujian menjadi bahan evaluasi dalam penyempurnaan produk sehingga bahan ajar dapat memberikan manfaat optimal dalam proses pembelajaran.

Dalam pelaksanaannya prosedur penelitian dan pengembangan penelitian ini menggunakan pendekatan yang dikembangkan Branch (2009) yang dikenal dengan pendekatan ADDIE, yaitu Analysis, Design, Development Implementation dan Evaluation.

a. Analysis

Tahap *analysis* dalam penelitian ini dilakukan secara sistematis untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai kondisi pembelajaran. Kegiatan diawali dengan melakukan analisis terhadap pelaksanaan pembelajaran matematika di kelas guna mengidentifikasi permasalahan yang dihadapi siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Analisis kemampuan komunikasi matematis siswa dilakukan untuk mengetahui kemampuan siswa dalam menyampaikan gagasan, penalaran, serta argumentasi matematis secara tertulis maupun lisan. Analisis materi dilakukan dengan mengkaji kecocokan bahan ajar terhadap kebutuhan dan karakteristik peserta didik. Analisis kurikulum difokuskan pada kesesuaian bahan ajar dengan standar kompetensi dan tujuan pembelajaran yang berlaku. Analisis kemandirian belajar siswa dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan siswa dalam mengatur proses belajar secara mandiri. Seluruh hasil *analysis* dijadikan

landasan dalam penyusunan dan pengembangan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa di kelas.

b. Design

Tahap *design* merupakan langkah awal dalam merancang produk yang dirumuskan berdasarkan kebutuhan pengembangan yang telah diidentifikasi. Dalam perancangan bahan ajar, digunakan pendekatan *conceptual design* yang mencakup beberapa tahap utama, seperti pengenalan terhadap kebutuhan yang mendesak, perumusan masalah yang hendak diselesaikan, pengumpulan informasi yang relevan, pengembangan rancangan awal, serta pemilihan konsep terbaik dari sejumlah alternatif yang tersedia. Melalui proses ini, akan terbentuk gambaran yang jelas mengenai struktur bahan ajar, fungsinya, serta cara penggunaannya dalam pembelajaran. Hasil rancangan pada tahap ini menjadi dasar untuk penyusunan produk yang siap dikembangkan lebih lanjut sesuai dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.

c. Development

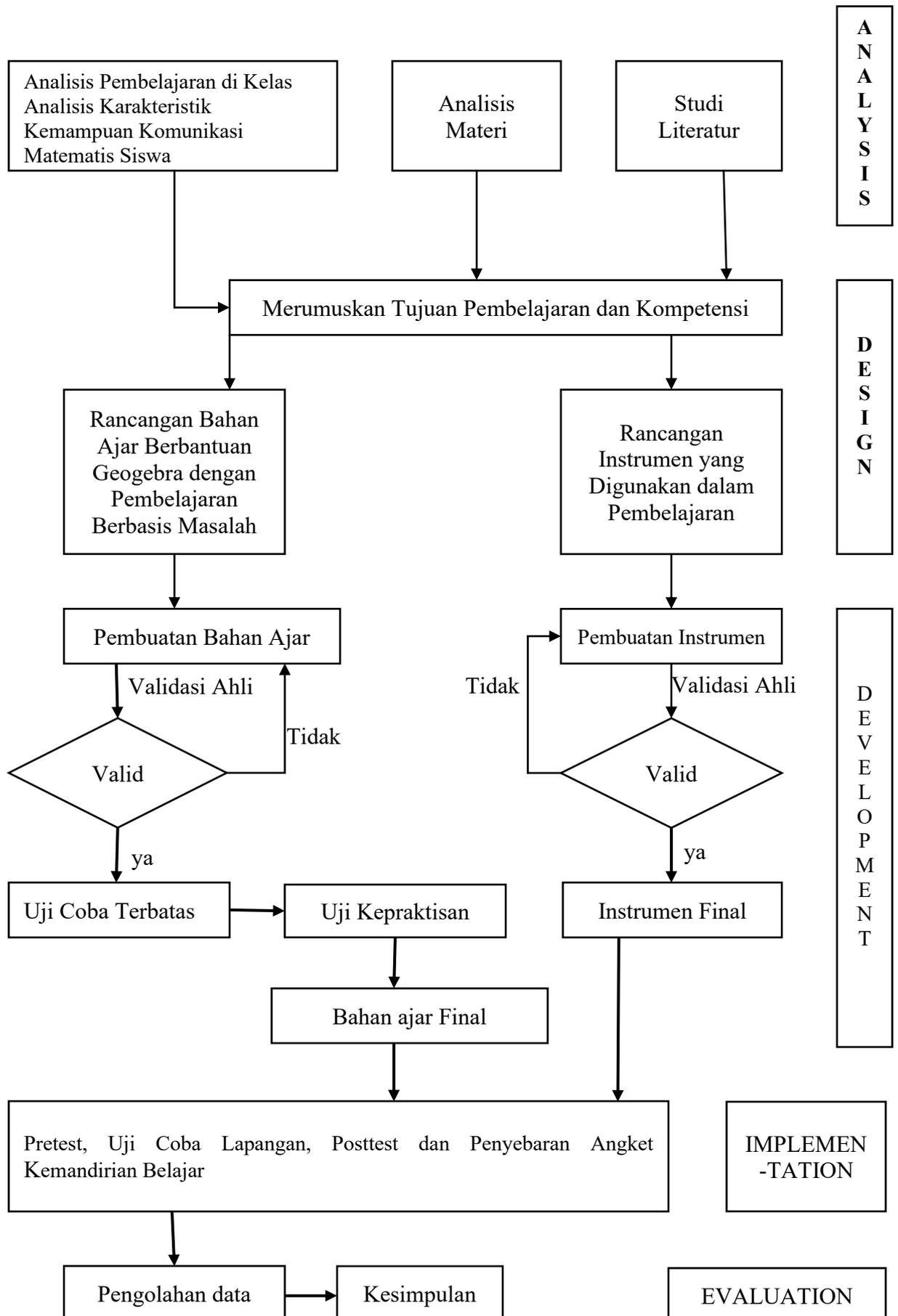
Tahap *development* merupakan fase penting dalam pengembangan bahan ajar berbasis GeoGebra, di mana proses ini mencakup pembuatan produk serta pengujian awalnya. Desain bahan ajar yang telah dirancang sebelumnya mulai dikembangkan menjadi bentuk produk awal. Sebelum produk diuji coba di lapangan, terlebih dahulu dilakukan validasi oleh para ahli untuk memastikan kelayakan dan kualitasnya. Validasi dilakukan oleh sejumlah pakar yang meliputi ahli media, ahli materi, ahli pedagogi, ahli evaluasi, dan ahli bahasa. Selain itu, instrumen yang digunakan dalam pengumpulan data juga turut divalidasi guna menjamin kesesuaiannya dengan tujuan pengembangan. Setelah melewati proses validasi tersebut, bahan ajar direvisi berdasarkan masukan yang diberikan, kemudian diuji coba secara terbatas di lingkungan pembelajaran. Apabila dalam uji coba masih ditemukan kekurangan, produk akan disempurnakan kembali agar dapat mencapai hasil akhir yang lebih optimal dan sesuai dengan kebutuhan pembelajaran.

d. Implementation

Tahap *implementation* merupakan fase penerapan bahan ajar dalam situasi pembelajaran yang sesungguhnya. Pada tahap ini, dilakukan proses pengumpulan data guna memperoleh gambaran mengenai kemandirian belajar siswa, yang diperoleh melalui pengisian angket setelah kegiatan pembelajaran selesai. Selain itu, untuk mengevaluasi tingkat pemahaman siswa terhadap materi serta menilai sejauh mana pencapaian belajar mereka, digunakan tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Data dari kedua tes tersebut menjadi dasar dalam menilai sejauh mana efektivitas bahan ajar yang telah dikembangkan dalam mendukung proses belajar siswa.

e. Evaluation

Tahap *evaluation* merupakan proses penilaian untuk memastikan bahwa setiap langkah kegiatan serta bahan ajar yang dikembangkan telah sesuai dengan tujuan program pembelajaran. Penilaian dilakukan dengan menelaah keterlaksanaan pembelajaran, pemahaman konsep peserta didik, serta mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan dari bahan ajar yang digunakan. Selain itu, evaluasi juga dilakukan melalui analisis data hasil angket kemandirian belajar untuk mengukur tingkat kemandirian peserta didik setelah mengikuti pembelajaran. Di samping itu, hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis guna menilai pencapaian dan peningkatan pemahaman konsep peserta didik. Berdasarkan seluruh hasil evaluasi tersebut, disusun laporan penelitian secara sistematis. Proses evaluasi ini mencakup penentuan *evaluation criteria* dan pelaksanaan *evaluation* terhadap efektivitas serta kualitas produk bahan ajar yang dihasilkan. Secara keseluruhan alur penelitian dan pengembangan ini digambarkan dalam bagan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian Pengembangan

3.2 Subjek dan Tempat Penelitian

Penelitian ini melibatkan 40 peserta didik kelas VII di salah satu Sekolah Menengah Pertama (SMP) yang berlokasi di Kota Bengkulu, Provinsi Bengkulu. Pemilihan sekolah dilakukan berdasarkan pertimbangan administratif dan teknis yang relevan dengan tujuan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektivitas bahan ajar yang telah dikembangkan melalui keterlibatan aktif siswa dalam kegiatan pembelajaran. Partisipasi siswa dan guru dalam uji coba ini menjadi sumber data penting yang digunakan untuk menilai kebermanfaatan bahan ajar serta sebagai dasar untuk melakukan perbaikan dan pengembangan pada tahap selanjutnya.

Penelitian ini dilakukan pada lingkungan pembelajaran yang memiliki karakteristik tertentu, baik dari segi karakteristik peserta didik maupun fasilitas sekolah yang tersedia. Karakteristik subjek penelitian terdiri dari siswa yang umumnya telah terbiasa berinteraksi dengan perangkat teknologi seperti laptop, komputer, tablet, dan smartphone, sehingga mereka untuk mengakses media pembelajaran digital dengan relatif mudah. Lingkungan sekolah yang menjadi lokasi penelitian juga menunjukkan ketersediaan jaringan internet yang memadai, yang mendukung kelancaran penggunaan aplikasi berbasis daring seperti GeoGebra. Hal ini menjadi salah satu alasan mengapa tempat penelitian dipandang representatif untuk menguji efektivitas bahan ajar berbasis teknologi. Selain siswa, guru yang terlibat dalam penelitian juga menunjukkan penguasaan teknologi yang baik, mampu membimbing proses pembelajaran berbasis teknologi.

Secara umum, suasana pembelajaran di tempat penelitian ditunjang oleh ruang kelas yang nyaman, fasilitas teknologi yang tersedia, serta adanya budaya positif dalam penerimaan inovasi digital. Kondisi ini membentuk suatu gambaran bahwa subjek dan lingkungan penelitian berada pada level kesiapan yang memadai dalam penerapan bahan ajar berbasis teknologi. Oleh sebab itu, penelitian ini tidak hanya menggali efektivitas isi bahan ajar, tetapi juga menilai bagaimana faktor-faktor pendukung seperti akses teknologi, kemampuan penguasaan aplikasi,

dukungan guru, serta lingkungan belajar dapat mempengaruhi keberhasilan penerapan pembelajaran inovatif di kelas.

Subjek dalam penelitian ini adalah kelas VII salah satu sekolah negeri di kota Bengkulu. Menurut Farooq & Ashraf (2011) pada tahap ini, remaja dan orang dewasa memiliki kemampuan untuk berpikir secara abstrak dan logis dalam hal-hal yang lebih kompleks dan hipotetis. Mereka dapat berpikir tentang kemungkinan-kemungkinan di masa depan, membuat spekulasi, dan menguji hipotesis tanpa bergantung pada kenyataan fisik yang konkret.

3.3 Prosedur Pengumpulan Data

1. Instrumen penelitian

Penelitian ini menggunakan berbagai instrumen untuk memperoleh data yang akurat dan sesuai dengan tujuan penelitian. Instrumen yang digunakan meliputi lembar validasi ahli, angket, tes, serta pedoman wawancara. Lembar validasi ahli berfungsi untuk menilai kesesuaian isi instrumen penelitian berdasarkan masukan dari para pakar di bidang terkait. Angket digunakan untuk mengumpulkan data berupa tanggapan atau penilaian dari responden sesuai indikator yang telah ditentukan. Tes dipakai untuk mengukur kemampuan atau pemahaman responden terhadap materi yang diteliti. Pedoman wawancara membantu peneliti dalam menggali informasi lebih mendalam secara sistematis. Rincian aspek yang diukur beserta indikator masing-masing instrumen disusun dalam bentuk kisi-kisi instrumen yang telah divalidasi sebelum digunakan dalam proses pengumpulan data.

a. Lembar validasi ahli

Lembar validasi ahli disusun untuk memperoleh penilaian dari para pakar terhadap kelayakan bahan ajar yang dikembangkan, angket kemandirian belajar, dan soal tes kemampuan komunikasi matematis. Para ahli diminta memberikan skor dan saran perbaikan terhadap setiap aspek menggunakan skala penilaian tertentu. Data yang diperoleh dari lembar validasi digunakan untuk merevisi bahan ajar sebelum diterapkan pada uji coba lapangan. Validasi ini menjadi langkah penting

dalam menjamin kualitas akademik, pedagogis, dan teknologis dari bahan ajar yang dihasilkan. Penyusunan lembar validasi disesuaikan dengan pengelompokan tim ahli, yaitu ahli materi, ahli media, ahli pedagogi, ahli bahasa dan ahli evaluasi.

b. Tes kemampuan komunikasi matematis

Tes kemampuan komunikasi matematis disusun untuk mengukur sejauh mana siswa mampu mengungkapkan ide, memahami konsep, serta memecahkan masalah matematika secara tertulis sesuai dengan tujuh indikator komunikasi matematis. Soal-soal berbasis masalah dirancang dalam konteks bangun ruang sisi datar dan disesuaikan dengan pendekatan pembelajaran berbantuan GeoGebra. Tes ini mencakup kemampuan menyatakan ide ke dalam model matematika, membuat gambar, menulis kesimpulan, dan menghubungkan konsep-konsep secara logis. Tes diberikan pada tahap sebelum dan sesudah penggunaan bahan ajar untuk melihat peningkatan kemampuan siswa. Hasil dari tes ini dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif untuk menilai efektivitas bahan ajar dalam meningkatkan komunikasi matematis siswa.

c. Angket kemandirian belajar

Angket kemandirian belajar disusun untuk mengetahui tingkat kemandirian siswa dalam proses pembelajaran matematika, khususnya dalam konteks penggunaan bahan ajar berbasis masalah dan teknologi GeoGebra. Angket diberikan setiap selesai pembelajaran. Siswa diminta merespon setiap pernyataan menggunakan skala Likert lima tingkat. Data dari angket dianalisis untuk mengevaluasi sejauh mana bahan ajar yang dikembangkan berkontribusi terhadap pembentukan sikap belajar mandiri siswa secara konsisten.

d. Lembar respon siswa

Lembar respon siswa digunakan untuk mengumpulkan tanggapan siswa terhadap bahan ajar yang telah digunakan selama pembelajaran. Instrumen ini berisi pernyataan-pernyataan yang mencakup aspek kemudahan memahami isi bahan, daya tarik penyajian, keterlibatan dalam aktivitas pembelajaran berbasis masalah,

serta kemanfaatan penggunaan GeoGebra. Respon siswa diberikan dalam bentuk skala penilaian dan kolom isian terbuka untuk komentar atau saran. Tujuan dari lembar ini adalah untuk mengetahui persepsi dan pengalaman langsung siswa dalam menggunakan bahan ajar, sehingga hasilnya dapat dijadikan sebagai dasar revisi dan penyempurnaan produk. Informasi dari lembar ini juga mendukung data utama dalam menilai kelayakan bahan ajar secara praktis.

e. Pedoman wawancara

Pedoman wawancara disusun untuk menggali informasi secara mendalam dari siswa dan guru terkait pengalaman mereka selama menggunakan bahan ajar bangun ruang sisi datar berbasis masalah dengan dukungan GeoGebra. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan panduan sejumlah pertanyaan utama yang mencakup persepsi terhadap isi bahan ajar, kesesuaian dengan kebutuhan belajar, keterlibatan dalam proses pembelajaran, serta dampaknya terhadap kemampuan komunikasi matematis dan kemandirian belajar. Pedoman ini juga memungkinkan penggalan data terbuka berdasarkan respon yang muncul selama wawancara. Data yang diperoleh melengkapi hasil tes dan angket, serta memberikan gambaran kontekstual terhadap efektivitas dan keberterimaan bahan ajar di kalangan pengguna.

3.4 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengolah data numerik yang diperoleh dari hasil tes kemampuan komunikasi matematis, angket kemandirian belajar, lembar validasi ahli, dan lembar respon siswa. Sementara itu, pendekatan kualitatif digunakan untuk menganalisis data berupa jawaban terbuka siswa, catatan hasil observasi, dan transkrip wawancara. Data kualitatif dianalisis melalui tahapan reduksi data, kategorisasi berdasarkan indikator penelitian, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Seluruh proses analisis disesuaikan dengan tahapan dalam model penelitian pengembangan yang digunakan dalam penelitian.

1. Tahap *analysis*

Pada tahap *analysis* teknik analisis data dilakukan dengan pendekatan gabungan antara deskriptif kualitatif dan deskriptif kuantitatif, bergantung pada jenis data yang dikumpulkan. Data mengenai pembelajaran matematika di kelas dianalisis secara kualitatif melalui observasi dan dokumentasi untuk mengidentifikasi metode pembelajaran yang digunakan, keterlibatan siswa, serta hambatan yang muncul selama proses belajar mengajar. Analisis karakteristik kemampuan komunikasi matematis siswa dilakukan secara deskriptif kuantitatif, karena bersumber dari hasil tes tulis yang diberikan kepada siswa. Skor dari masing-masing indikator komunikasi matematis dihitung dan dianalisis untuk melihat kecenderungan tingkat kemampuan siswa secara umum. Selanjutnya, materi ajar dianalisis dengan menelaah relevansi, urutan penyajian, serta kesesuaian antara isi materi dengan tujuan pembelajaran dalam kurikulum. Adapun studi literatur dianalisis secara kualitatif dengan mengkaji teori-teori, hasil penelitian terdahulu, dan sumber ilmiah lainnya sebagai dasar konseptual dalam merancang dan mengembangkan bahan ajar yang sesuai dengan kebutuhan siswa.

2. Tahap *Design*

Analisis data pada tahap *Design* dilakukan secara deskriptif, dengan tujuan memastikan bahwa rancangan bahan ajar telah sesuai dengan kebutuhan siswa, capaian pembelajaran, dan karakteristik konten matematika yang diajarkan. Penentuan tujuan pembelajaran dianalisis dengan mencocokkan rumusan tujuan terhadap standar kompetensi dan indikator dalam kurikulum yang berlaku, serta keterkaitannya dengan hasil analisis tahap sebelumnya. Pemilihan media dan metode dianalisis berdasarkan kelayakan, ketersediaan, dan efektivitasnya dalam menyampaikan materi, terutama dengan mempertimbangkan keunggulan GeoGebra dalam mendukung pembelajaran visual dan interaktif. Selanjutnya, rancangan struktur dan isi bahan ajar dianalisis melalui telaah konseptual dan pedagogis untuk memastikan urutan materi logis, aktivitas pembelajaran bermakna,

dan adanya keterpaduan antara konsep, latihan soal, serta penguatan komunikasi dan kemandirian siswa. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam menyusun *prototipe* awal bahan ajar untuk divalidasi pada tahap berikutnya.

3. Tahap *Development*

Dalam tahap *Development*, proses analisis data dilakukan terhadap hasil validasi instrumen dan produk oleh enam orang ahli yang memiliki latar belakang keahlian berbeda. Penilaian terhadap masing-masing instrumen dilakukan secara sistematis untuk menjamin kelayakan isi, struktur, dan penyajiannya. Keenam ahli yang terlibat dalam proses ini terdiri dari: satu orang ahli media, dua orang ahli materi (yang mencakup dosen pendidikan matematika dan guru matematika SMP), satu orang ahli pedagogi, satu orang ahli evaluasi, dan satu orang ahli bahasa. Keterlibatan berbagai disiplin keahlian ini bertujuan agar instrumen dan bahan ajar yang dikembangkan tidak hanya valid secara konten, tetapi juga tepat secara pedagogis, komunikatif dalam bahasa, serta layak dari sisi media dan tampilan.

a. Lembar Validasi Instrumen Tes Kemampuan Komunikasi Matematis

Analisis data terhadap penilaian ahli pada instrumen tes kemampuan komunikasi matematis dilakukan secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Skor yang diberikan oleh ahli dianalisis dengan menghitung rata-rata pada setiap indikator validasi, seperti kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, kejelasan bahasa, ketepatan konstruk soal, serta keterpaduan dengan indikator komunikasi matematis. Hasil rata-rata tersebut kemudian diinterpretasikan ke dalam kategori kelayakan tertentu, seperti sangat valid, valid, atau kurang valid. Selain itu, komentar dan saran dari ahli dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi bagian-bagian instrumen yang perlu diperbaiki atau disempurnakan sebelum digunakan dalam pengumpulan data lapangan. Setelah memberikan penilaian oleh ahli, penilaian tersebut dihitung dengan menggunakan indeks validasi Aiken (1980, 1985) yaitu indeks V , sebagai berikut:

$$V = \frac{\sum S}{[n(c - 1)]}$$

Keterangan:

$$S = r - lo \text{ (Azwar, 2016)}$$

r : Skor yang diberikan oleh validator

lo : Angka penilaian validitas yang terendah

c : Skala tertinggi yang digunakan dalam validasi

n : Jumlah responden/ahli

V : Indeks Aiken's

f. Lembar Validasi Instrumen Angket Kemandirian Belajar Siswa

Data hasil penilaian ahli terhadap angket kemandirian belajar dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif. Skor validasi dianalisis untuk mengetahui tingkat kejelasan pernyataan, kesesuaian indikator dengan dimensi kemandirian belajar, serta konsistensi penggunaan bahasa dalam skala Likert. Hasil skor rata-rata dari ahli digunakan untuk menentukan tingkat validitas angket, sedangkan saran terbuka dianalisis secara kualitatif untuk memperbaiki redaksi pernyataan, memperjelas dimensi yang diukur, dan memastikan bahwa instrumen dapat digunakan secara akurat dan representatif dalam konteks pembelajaran matematika tingkat menengah.

g. Lembar Validasi Bahan Ajar

Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini divalidasi oleh lima bidang ahli untuk menjamin kelayakan, kualitas, dan kesesuaiannya dengan tujuan pembelajaran. Kelima bidang tersebut meliputi: ahli media, ahli materi (terdiri dari guru matematika dan dosen pendidikan matematika), ahli pedagogi, ahli evaluasi, dan ahli bahasa. Keterlibatan lintas bidang ini dilakukan secara strategis agar bahan ajar tidak hanya akurat dari segi konten, tetapi juga efektif dari aspek penyajian, pendekatan pembelajaran, penilaian, serta kebahasaan.

Penilaian ini dianalisis secara kuantitatif dengan cara menghitung rata-rata skor dari seluruh validator pada tiap aspek, kemudian hasilnya diinterpretasikan berdasarkan kriteria kelayakan bahan ajar (misalnya: sangat layak, layak, cukup

layak, atau tidak layak). Interpretasi ini digunakan sebagai acuan untuk menilai apakah bahan ajar sudah memenuhi standar yang diperlukan untuk diterapkan di kelas. Selain analisis kuantitatif, analisis kualitatif juga dilakukan terhadap masukan, kritik, dan saran yang diberikan oleh para ahli. Umpan balik ini mencakup hal-hal spesifik yang perlu diperbaiki, seperti struktur penyampaian materi yang kurang sistematis, pendekatan pedagogis yang perlu disesuaikan dengan karakteristik peserta didik, penggunaan bahasa yang belum komunikatif, hingga aspek visualisasi dan interaktivitas dari integrasi GeoGebra yang masih bisa dioptimalkan. Analisis kualitatif ini sangat penting karena dapat mengungkap dimensi-dimensi yang tidak sepenuhnya tertangkap melalui skor numerik, sehingga memberi gambaran menyeluruh terhadap kelebihan dan kekurangan bahan ajar.

Berdasarkan hasil analisis gabungan tersebut, dilakukan revisi menyeluruh terhadap bahan ajar sebelum masuk ke tahap implementasi untuk uji kepraktisan dan efektivitas. Revisi dilakukan dengan mengacu langsung pada saran konkret dari para ahli agar produk yang dihasilkan benar-benar matang, representatif, dan mampu menjawab kebutuhan pembelajaran matematika yang bermutu.

$$V_2 = \frac{TSe}{TSH} \times 100\%$$

$$V_2 = \frac{TSe}{TSH} \times 100\%$$

$$V_3 = \frac{TSe}{TSH} \times 100\%$$

$$V_4 = \frac{TSe}{TSH} \times 100\%$$

$$V_5 = \frac{TSe}{TSH} \times 100\%$$

$$V_1 = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5}{5} \times 100$$

Keterangan:

V= Validitas gabungan

V₁ = Validitas ahli media

Toni Hidayat, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BANGUN RUANG SISI DATAR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN GEOGEBRA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

V_2 = Validitas ahli materi

V_3 = Validitas ahli bahasa

V_4 = Validitas ahli evaluasi

V_5 = Validitas ahli pedagogik

Tabel 3.1 Kategori Kevalidan

No	Skor	Interpretasi
1	$80 < x \leq 100$	Sangat Valid
2	$60 < x \leq 80$	Valid
3	$40 < x \leq 60$	Cukup Valid
4	$20 < x \leq 40$	Kurang Valid
5	$0 < x \leq 20$	Sangat Kurang Valid

Sumber: (Samsu, 2017)

Berdasarkan kriteria kevalidan yang tercantum dalam Tabel 3.1, maka dalam penelitian ini, bahan ajar berbantuan GeoGebra yang dikembangkan melalui pendekatan pembelajaran berbasis masalah dinyatakan valid apabila memperoleh skor kevalidan lebih dari 60. Nilai tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar telah memenuhi indikator-indikator penilaian yang mencakup aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan tampilan visual secara keseluruhan. Meskipun telah melewati ambang batas kelayakan, seluruh masukan dan saran yang diberikan oleh validator pada tahap validasi kepraktisan tetap ditindaklanjuti oleh peneliti secara menyeluruh. Tindak lanjut tersebut bertujuan untuk memastikan bahwa bahan ajar tidak hanya layak secara teoritis, tetapi juga sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pembelajaran di lapangan. Proses revisi mencakup penyempurnaan isi materi, kejelasan petunjuk penggunaan, dan optimalisasi integrasi fitur GeoGebra agar lebih mendukung keterlibatan siswa dalam pemecahan masalah secara aktif. Dengan demikian, bahan ajar yang telah disempurnakan diharapkan mampu

memberikan pengalaman belajar yang efektif, interaktif, dan relevan dengan konteks pembelajaran matematika di kelas.

h. Uji Kepraktisan Bahan Ajar

Data kepraktisan bahan ajar diperoleh dari lembar respon siswa dan observasi selama uji coba terbatas. Analisis dilakukan secara deskriptif kuantitatif terhadap skor respon siswa yang mencakup kemudahan penggunaan, kejelasan instruksi, keterlibatan dalam aktivitas, dan kemanfaatan materi. Nilai rata-rata dari masing-masing indikator kemudian dikategorikan ke dalam tingkat kepraktisan, seperti sangat praktis, praktis, atau kurang praktis. Di samping itu, tanggapan terbuka dari siswa serta hasil observasi guru dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi hambatan teknis maupun pedagogis selama penggunaan bahan ajar. Hasil analisis ini menjadi rujukan dalam tahap revisi akhir sebelum bahan ajar diuji efektivitasnya pada tahap implementasi. Rumus yang digunakan adalah:

$$P = \frac{Tsh}{Tse} \times 100 \%, \text{ Akbar (2013)}$$

P= Presentse Praktis

Tse= Total skor Empiris

Tsh= Total skor Maksimal yang diharapkan

Tabel 3.2 Kategori Kepraktisan

No	Skor	Interpretasi
1	$80 < x \leq 100$	Sangat Praktis
2	$60 < x \leq 80$	Praktis
3	$40 < x \leq 60$	Cukup Praktis
4	$20 < x \leq 40$	Kurang Praktis
5	$0 < x \leq 20$	Sangat Kurang Praktis

Sumber: (Samsu, 2017)

Berdasarkan kriteria kepraktisan pada Tabel 3.2, maka dalam penelitian ini, bahan ajar berbantuan GeoGebra yang dikembangkan melalui pendekatan pembelajaran berbasis masalah dikatakan praktis apabila memperoleh skor di atas

Toni Hidayat, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BANGUN RUANG SISI DATAR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN GEOGEBRA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

60. Skor tersebut mencerminkan bahwa bahan ajar dapat digunakan secara efektif dan efisien oleh guru serta mudah dipahami oleh siswa dalam proses pembelajaran.

4. Tahap *Implementation*

Pada tahap implementasi, analisis data difokuskan pada pengolahan hasil tes kemampuan komunikasi matematis dan angket kemandirian belajar siswa untuk menilai efektivitas bahan ajar yang telah dikembangkan.

a. Analisis data hasil tes kemampuan komunikasi matematis siswa

Untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan yang signifikan pada kemampuan komunikasi matematis siswa setelah penggunaan bahan ajar berbasis masalah berbantuan GeoGebra, dilakukan analisis data menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Data pretes dan post-tes siswa dianalisis dengan uji statistik *paired sample t-test*, karena data bersifat berpasangan dan berasal dari kelompok yang sama sebelum dan sesudah perlakuan. Selain itu, untuk mengetahui tingkat efektivitas peningkatan yang terjadi, dilakukan pula perhitungan *normalized gain* (N-Gain) berdasarkan skor pretes dan post-tes siswa.

Interpretasi data hasil uji *paired sample t-test* dilakukan dengan melihat nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) pada output SPSS; apabila nilai signifikansi lebih kecil dari 0,05, maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara skor sebelum dan sesudah perlakuan, yang dalam konteks ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan komunikasi matematis siswa setelah penggunaan bahan ajar berbasis masalah berbantuan GeoGebra. Selanjutnya, interpretasi hasil uji N-Gain dilakukan dengan membandingkan rata-rata gain aktual terhadap gain maksimal yang mungkin dicapai, kemudian diklasifikasikan berdasarkan kategori efektivitas (rendah, sedang, atau tinggi), jika nilai N-Gain berada pada kategori sedang atau tinggi, maka dapat diartikan bahwa peningkatan yang terjadi bersifat tidak hanya signifikan secara statistik, tetapi juga memiliki efektivitas yang kuat secara praktis dalam konteks pembelajaran.

$$KB = \frac{n_i}{n} \times 100\%, \quad (\text{Fauzan et al., 2019})$$

Keterangan:

Toni Hidayat, 2025

PENGEMBANGAN BAHAN AJAR BANGUN RUANG SISI DATAR UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN KOMUNIKASI MATEMATIS DAN KEMANDIRIAN BELAJAR SISWA MELALUI PEMBELAJARAN BERBASIS MASALAH BERBANTUAN GEOGEBRA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

KB = Ketuntasan belajar klasikal siswa

n_i = Jumlah siswa ang memperoleh nilai ≥ 75

n = Jumlah seluuruh siswa

Keefektifan bahan ajar berbantuan GeoGebra dalam pembelajaran berbasis masalah dapat dilihat secara nyata melalui peningkatan hasil tes kemampuan komunikasi matematis siswa, dengan kriteria keberhasilan sebagai berikut:

Tabel 3.3 Tingkat Keefektifan Bahan Ajar

No	Persentase	Interpretasi
1	$75 < x \leq 100$	Sangat Berhasil
2	$50 < x \leq 75$	Berhasil
3	$25 < x \leq 50$	Kurang Berhasil
4	$0 < x \leq 25$	Tidak Berhasil

Sumber: (Samsu, 2017)

Bahan ajar berbantuan GeoGebra yang dikembangkan dengan pendekatan pembelajaran berbasis masalah dalam penelitian ini dikatakan efektif apabila persentase hasil implementasinya berada pada kategori *berhasil* atau *sangat berhasil*. Kriteria efektivitas ini merujuk pada sejauh mana bahan ajar mampu mencapai tujuan pembelajaran, baik dari segi peningkatan kemampuan komunikasi matematis maupun penguatan kemandirian belajar siswa. Dengan demikian, apabila hasil analisis menunjukkan adanya peningkatan signifikan melalui perolehan nilai N-Gain dalam kategori sedang hingga tinggi, maka bahan ajar yang digunakan dalam penelitian ini dapat dikatakan efektif dalam meningkatkan kemampuan komunikasi matematis peserta didik sesuai dengan tujuan yang diharapkan (Hake, 1999; Sundayana, 2014).

Tabel 3.4 Kriteria Keberhasilan Tes Kemampuan Komunikasi Matematis Siswa

No	Skor Rata-Rata	Kategori
1	$75 < \bar{x} \leq 100$	Sangat Berhasil
2	$50 < \bar{x} \leq 75$	Berhasil
3	$25 < \bar{x} \leq 50$	Kurang Berhasil
4	$0 < \bar{x} \leq 25$	Tidak Berhasil

Sumber: (Samsu, 2017)

Tes kemampuan komunikasi matematis siswa dalam penelitian ini dikatakan berhasil apabila hasilnya berada pada kategori *baik* atau *sangat baik*, sebagaimana ditentukan dalam kriteria yang tercantum pada Tabel 3.4.

b. Analisis data hasil angket kemandirian belajar siswa

Angket kemandirian belajar siswa dianalisis menggunakan uji Friedman untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan dalam tingkat kemandirian belajar dari pertemuan 1 hingga pertemuan 7. Pemilihan uji ini didasarkan pada karakteristik data yang berskala ordinal (menggunakan skala Likert 1–5) dan melibatkan pengukuran berulang terhadap kelompok siswa yang sama. Karena data tidak berdistribusi normal dan berasal dari observasi yang berulang dalam konteks yang sama, maka uji Friedman dipilih sebagai alternatif dari uji parametrik seperti repeated measures ANOVA. Uji ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi adanya perubahan pola respons siswa terhadap indikator kemandirian belajar sepanjang rangkaian pertemuan pembelajaran.

Dalam analisis menggunakan uji Friedman, suatu perbedaan antar kelompok pengamatan dikatakan signifikan secara statistik apabila nilai signifikansi (p-value) yang diperoleh lebih kecil dari tingkat kesalahan yang telah ditetapkan, yaitu $\alpha = 0.05$. Artinya, jika $p < 0.05$, maka hipotesis nol (H_0) yang menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan tingkat kemandirian belajar antar pertemuan, ditolak. Dengan demikian, terdapat cukup bukti untuk menyatakan

bahwa terjadi perbedaan yang signifikan dalam skor kemandirian belajar siswa dari satu pertemuan ke pertemuan lainnya.

Sebaliknya, apabila $p \geq 0.05$, maka hipotesis nol tidak dapat ditolak, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kemandirian belajar antar pertemuan, atau dengan kata lain, skor kemandirian cenderung stabil selama proses pembelajaran. Oleh karena itu, nilai p dalam uji Friedman menjadi acuan utama untuk menentukan apakah suatu perlakuan atau intervensi pembelajaran memberikan dampak yang bermakna terhadap perubahan dalam dimensi kemandirian belajar siswa secara bertahap.