

BAB III

METODE PENELITIAN

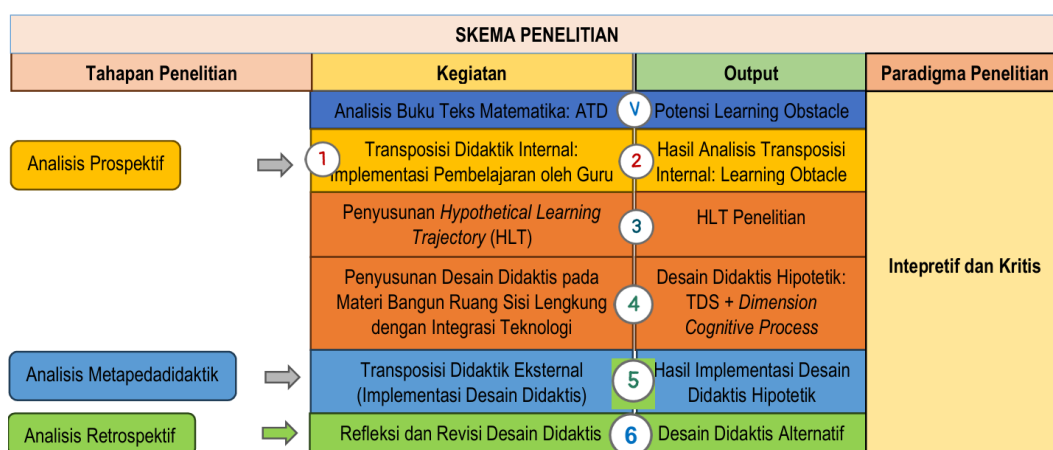
3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan jenis penelitian desain didaktis versi Indonesia, yang dikenal sebagai *Didactical Design Research (DDR)* (Suryadi, 2019a). Penelitian ini mengadopsi dua paradigma utama, yaitu paradigma interpretif dan paradigma kritis. Paradigma interpretif bertujuan memahami realitas dalam konteks pengaruh desain didaktis terhadap cara berpikir manusia, yang didasarkan pada filsafat hermeneutika dan fenomenologi. Dalam *DDR*, interpretasi makna terhadap situasi pembelajaran dilakukan oleh matematikawan, guru, dan siswa melalui pendekatan hermeneutik. Sementara itu, *hermeneutic phenomenology* digunakan untuk mengkaji pengalaman belajar dan pemaknaannya. Fenomenologi hermeneutik banyak diterapkan dalam kajian isu-isu sosial kemasyarakatan karena pendekatan ini bertujuan menggali makna-makna mendalam yang tidak tampak secara eksplisit atau tidak dapat diungkapkan secara langsung (Keshavarz, 2020; Lavery, 2003).

Di sisi lain, paradigma kritis dalam *DDR* berlandaskan filsafat *critical pedagogy* yang menekankan pentingnya merumuskan solusi alternatif terhadap permasalahan pembelajaran melalui pengembangan desain didaktis hipotetik serta mendorong perubahan praksis pendidikan. Paradigma ini juga mengakui keterbatasan manusia dalam merancang pembelajaran, sehingga setiap desain didaktis memiliki potensi kekurangan yang perlu dievaluasi dan direvisi agar semakin efektif (Suryadi, 2019a). Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga tahap utama, yaitu analisis prospektif, analisis metapedadidaktik, dan analisis retrospektif.

Tahap analisis prospektif mencakup empat kegiatan utama, yaitu: (1) analisis LKPD menggunakan *praxeological-didactical analysis (PDA)* untuk mengidentifikasi potensi *learning obstacle (LO)*; (2) kajian transposisi didaktik internal melalui observasi, tes, dan dokumentasi pembelajaran oleh guru; (3) penyusunan *hypothetical learning trajectory (HLT)*; dan (4) perancangan desain

didaktis hipotetik berbasis integrasi teknologi dengan evaluasi melalui *PDA*. Tahap metapedadidaktik dilakukan melalui transposisi didaktik eksternal, yaitu implementasi desain didaktis hipotetik di kelas. Selanjutnya, tahap retrospektif mencakup refleksi, evaluasi, dan revisi desain untuk memperoleh desain didaktis empiris. Tahap pertama dan kedua analisis prospektif berada dalam paradigma interpretif, sementara tahap ketiga dan keempat dalam analisis prospektif serta seluruh proses analisis metapedadidaktik dan retrospektif termasuk dalam paradigma kritis. Skema tahapan penelitian ini disajikan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Desain Penelitian

3.1.1. Analisis Prospektif

Analisis prospektif merupakan tahapan awal dalam penelitian *Didactical Design Research* (DDR). Peneliti memandang bahwa tahapan ini merupakan inti dari DDR yang membedakannya dengan pendekatan *design research* lainnya. Hal ini disebabkan oleh seluruh proses persiapan dalam menyusun desain didaktis dilakukan secara menyeluruh pada tahap ini. Bahkan dalam proses identifikasi LO, langkah-langkah yang dilakukan telah mencakup seluruh unsur pelaksanaan penelitian kualitatif, sehingga tahapan ini mencerminkan pelaksanaan satu penelitian yang utuh.

Analisis prospektif digunakan untuk menjawab tiga pertanyaan penelitian utama. Pertama, “Bagaimana hasil analisis transposisi internal pada materi bangun ruang sisi lengkung?” Kedua, “Apa saja LO yang dialami oleh siswa Sekolah Menengah Pertama pada materi bangun ruang sisi lengkung?” Ketiga, “Bagaimana

penyusunan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dan Desain Didaktis Hipotetik dengan antisipasi didaktis-pedagogis pada Bangun Ruang Sisi Lengkung yang terintegrasi teknologi untuk untuk *extended cognition* siswa?”

3.1.2. Analisis Metapedadidaktik

Analisis metapedadidaktik merupakan istilah yang digunakan peneliti untuk merujuk pada proses implementasi desain didaktis hipotetik. Tahapan ini merupakan tahap kedua dalam *Didactical Design Research* (DDR) dan difungsikan untuk menjawab pertanyaan penelitian keempat, yaitu: “Bagaimana hasil implementasi desain didaktis hipotetik (desain didaktis materi bangun ruang sisi lengkung: integrasi teknologi untuk *extended cognition* siswa)?”

Menurut Suryadi (2019a), analisis metapedadidaktik mencakup tiga komponen utama, yaitu kesatuan, koherensi, dan fleksibilitas. Selama proses pembelajaran, peneliti harus mempertimbangkan tiga hubungan penting dalam segitiga didaktis, yaitu hubungan didaktis antara siswa dan materi (HD), hubungan pedagogis antara guru dan siswa (HP), serta antisipasi didaktis-pedagogis (ADP). Komponen *kesatuan* menekankan pentingnya integrasi HD, HP, dan ADP selama proses pembelajaran. Selain itu, aspek-aspek dalam desain didaktis terintegrasi teknologi (DDTT) seperti situasi didaktis, *learning trajectory*, ADP, dan kontrak didaktis juga harus dapat diimplementasikan secara terpadu.

Sebelum pelaksanaan pembelajaran, peneliti menyusun skenario yang mencakup prediksi terhadap kemungkinan respons siswa berdasarkan situasi didaktis yang dirancang. Prediksi ini disertai antisipasi terhadap tiga kemungkinan: (1) respons siswa sesuai prediksi, (2) respons siswa hanya mencakup sebagian dari prediksi, atau (3) respons siswa tidak sesuai sama sekali dengan prediksi.

Komponen *fleksibilitas* merujuk pada sifat adaptif dari DDTT. Sebagai sebuah rancangan, DDTT tidak bersifat kaku dan memungkinkan penyesuaian selama pembelajaran berlangsung. Situasi atau kondisi yang tidak terduga dapat menuntut penyesuaian ADP. Misalnya, jika dalam perencanaan peneliti menetapkan kontrak didaktis berupa *potential adidactic contract*, namun dalam

praktik kontrak tersebut tidak dapat dijalankan, maka peneliti perlu menggantinya dengan kontrak lain yang lebih sesuai, seperti *mayeutic socratic contract*.

Komponen *koherensi* atau pertalian logis menuntut agar seluruh aspek DDTT saling terkait dan membentuk alur pembelajaran yang konsisten, terutama antar situasi didaktis. Setiap prediksi dan antisipasi yang bersifat dinamis dapat memicu perubahan pada elemen seperti situasi didaktis, kontrak didaktis, dan *learning trajectory*. Namun, perubahan-perubahan tersebut harus tetap dijalin dalam sebuah hubungan yang logis agar tujuan pembelajaran tetap dapat dicapai secara efektif (Suryadi, 2019b).

Secara konseptual, metapedadidaktik merupakan kemampuan yang perlu dimiliki peneliti dan pendidik untuk: 1) memandang HD, HP, dan ADP sebagai satu kesatuan utuh dalam segitiga didaktis; 2) menciptakan situasi didaktis dan pedagogis yang relevan dengan kebutuhan siswa melalui pengembangan tindakan; 3) mengidentifikasi serta menganalisis respons siswa terhadap tindakan didaktis dan pedagogis yang dilakukan; dan 4) melakukan tindakan lanjut secara didaktis dan pedagogis berdasarkan hasil analisis respons siswa demi tercapainya tujuan pembelajaran. Sebagai bagian akhir dari analisis metapedadidaktik, peneliti memberikan tes kemampuan materi dan melakukan wawancara terkait materi bangun ruang sisi lengkung. Hasil dari kedua instrumen tersebut memberikan gambaran mengenai testimoni siswa terhadap proses pembelajaran yang telah diikuti, mengungkap potensi LO yang muncul, pemahaman konsep siswa serta menilai perkembangan *extended mathematical cognition* siswa pasca implementasi DDTT.

3.1.3. Analisis Retrospektif

Analisis retrospektif merupakan tahapan terakhir dalam DDR. Pada dasarnya, analisis retrospektif mengaitkan hasil dari tahapan pertama dan kedua dalam DDR, yaitu hubungan antara desain didaktis terintegrasi teknologi (DDTT) dengan hasil implementasinya melalui analisis metapedadidaktik. Tahapan ini berfokus pada *reflection of action* (refleksi terhadap aksi) yang dilakukan peneliti setelah pelaksanaan pembelajaran selesai, dengan tujuan untuk menilai apakah

desain didaktis hipotetik (DDH) berjalan sesuai dengan perencanaan atau tidak. Apabila pelaksanaan sesuai dengan rencana, peneliti menyajikan deskripsi pengalaman secara mendetail. Namun, jika terdapat perbedaan antara rencana dan realisasi, peneliti juga menguraikan langkah-langkah apa yang telah dilakukan oleh peneliti atau guru untuk memastikan tujuan pembelajaran tetap tercapai. Deskripsi yang mendalam dan menyeluruh mengenai pelaksanaan DDTT merupakan inti dari analisis retrospektif.

Selanjutnya, analisis retrospektif juga difungsikan sebagai tahap reflektif terhadap seluruh kegiatan penelitian, khususnya mengenai kesesuaian antara DDTT dan implementasinya di kelas. Daya argumentasi peneliti memiliki peran penting dalam menentukan kekuatan interpretasi pada tahap ini. Peneliti mengaitkan beberapa temuan dengan referensi pustaka untuk memperkuat argumen, serta mengumpulkan semua masukan dan kritik terkait DDTT dan implementasinya. Masukan tersebut kemudian digunakan untuk merevisi DDTT, sehingga desain didaktis yang dihasilkan dapat dikatakan sebagai desain didaktis epistemik yang valid.

Secara keseluruhan, analisis retrospektif digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian ke-5, yaitu: “Bagaimana desain didaktis empiris materi bangun ruang sisi lengkung dengan mengintegrasikan teknologi dapat mendukung *extended cognition* siswa secara sistemik dan epistemik?” Tahapan ini menjadi kunci untuk menilai keberhasilan dan efektivitas desain didaktis yang telah dirancang serta memberikan dasar untuk perbaikan lebih lanjut.

3.2. Partisipan dan Tempat Penelitian

Partisipan dalam penelitian ini adalah 81 siswa kelas IX khususnya di tiga kelas yaitu kelas IX-F, IX-G, dan IX-H pada tahun pelajaran 2023/2024 sebagai subjek yang diamati dalam penelitian transposisi didaktik internal yaitu untuk mengidentifikasi LO pembelajaran materi Bangun Ruang Sisi Lengkung dan 96 siswa kelas IX-H, IX-I, dan IX-J di salah satu SMP di Kota Bandung, Jawa Barat, pada tahun pelajaran 2024/2025 sebagai subjek yang diamati dalam penelitian transposisi didaktik eksternal terkait implementasi desain didaktis hipotetik.

Adapun dari 96 siswa berusia antara 14 hingga 16 tahun yang mengikuti pembelajaran matematika pada materi bangun ruang sisi lengkung dengan menggunakan desain didaktis yang diintegrasikan dengan teknologi. Pemilihan kelas penelitian dilakukan secara *purposive* berdasarkan pertimbangan kesesuaian konteks dan kebutuhan implementasi desain. Semua partisipan penelitian mengikuti pembelajaran selama kurang lebih 5 minggu. Siswa pada awal pembelajaran mengisi angket pembelajaran materi bangun ruang sisi lengkung untuk menghimpun informasi data diri dan kesiapan belajar matematika. Setelah mengikuti pembelajaran semua partisipan penelitian juga mengisi angket pembelajaran materi bangun ruang sisi lengkung untuk menghimpun data hasil pengalaman belajar setiap individu sebagai bahan refleksi dan evaluasi peneliti terkait implementasi desain didaktis hipotetik. Selanjutnya, dilakukan identifikasi dan pemetaan terhadap artefak yang dihasilkan oleh para siswa melalui hasil tes kemampuan materi setelah proses pembelajaran berlangsung.

Sesuai dengan prinsip fenomenologi hermeneutik, pemilihan responden untuk wawancara mendalam dilakukan secara *purposive*, berdasarkan hasil identifikasi artefak siswa. Sebanyak sepuluh siswa dipilih untuk mengikuti wawancara, dengan mempertimbangkan variasi kemampuan matematika mereka. Dari sepuluh siswa tersebut, tujuh di antaranya adalah perempuan dan tiga lainnya adalah laki-laki. Penentuan jumlah ini telah memenuhi atau sesuai dengan karakteristik pada penelitian fenomenologi hermeneutik (Larsen & Adu, 2022; Smith, Flowers, & Larkin, 2022). Identitas partisipan yang terlibat dalam wawancara mendalam tercantum pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Identitas Respondens yang Mengikuti Wawancara Penelitian

No.	Inisial	Jenis Kelamin	Usia	Kelas
1.	R1	Perempuan	15	J
2.	R2	Perempuan	14	J
3.	R3	Laki-laki	14	J
4.	R4	Perempuan	15	J
5.	R5	Perempuan	15	H
6.	R6	Perempuan	15	H
7.	R7	Perempuan	15	I

No.	Inisial	Jenis Kelamin	Usia	Kelas
8.	R8	Perempuan	15	H
9.	R9	Laki-laki	15	H
10.	R10	Laki-laki	15	H

Tempat penelitian sebagian besar dilaksanakan di Sekolah tempat penelitian yaitu salah satu SMP Negeri di Bandung. Implementasi desain didaktis hipotetik dengan integrasi teknologi dilaksanakan tiga kelas penelitian yaitu di kelas IX-H, IX-I dan IX-J di SMP tersebut. Adapun dalam teknis wawancara dilakukan dalam dua mode yaitu terdapat delapan siswa yang melakukan wawancara dengan mode daring dan dua siswa dengan mode luring di Perpustakaan Sekolah berdasarkan rekomendasi tempat dari guru yang mengajar.

Peneliti memilih salah satu SMP Negeri di Bandung tersebut sebagai lokasi penelitian melalui beberapa alasan. Alasan pertama yang menjadi dasar bagi peneliti dalam memilih sekolah tersebut sebagai lokasi penelitian yaitu: 1). SMP tersebut tergolong SMP level menengah di Kota Bandung, tetapi mengalami masalah dalam pembelajaran bangun ruang sisi lengkung (penjelasan ada di bagian latar belakang); 2). SMP tersebut cukup representatif karena cukup heterogen ketika ditinjau dari aspek tingkat kemampuan siswa; 3). Terdapat guru matematika di salah satu SMP di Bandung tersebut sudah mengenal peneliti terkait pernah terlibat hubungan kerja sama pengabdian kepada masyarakat antara mahasiswa S3 Universitas Pendidikan Indonesia dan guru-guru matematika yang tergabung dalam forum Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP).

Proses perolehan izin penelitian dari pihak sekolah berlangsung relatif mudah, mengingat kepala sekolah menunjukkan sikap yang terbuka terhadap kehadiran peneliti. Meskipun demikian, seluruh prosedur perizinan tetap dilaksanakan oleh peneliti secara bertahap dan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Sejak tahap perencanaan, peneliti telah menjalin komunikasi dengan pihak sekolah untuk memaparkan secara rinci rancangan penelitian, termasuk tahapan pelaksanaan, jenis kegiatan yang akan dilakukan di lingkungan sekolah, serta komitmen dalam menjaga kerahasiaan data tertentu apabila pihak sekolah tidak memberikan persetujuan untuk dipublikasikan. Peneliti juga menyampaikan bahwa

partisipasi siswa sebagai informan dalam wawancara hanya dapat dilakukan setelah memperoleh izin resmi dari guru dan pihak sekolah. Upaya ini dimaksudkan untuk menjamin bahwa kegiatan penelitian tidak mengganggu proses pembelajaran di sekolah maupun mengintervensi waktu pribadi partisipan.

3.3. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini difokuskan kepada dampak yang ditimbulkan setelah implementasi desain didaktis hipotetik (DDH). Pertama adalah data diambil menggunakan angket terkait kesiapan siswa dalam mengikuti pembelajaran. Kedua, data yang diambil adalah berdasarkan pengamatan peneliti saat mengimplementasikan DDH di kelas serta data yang dikumpulkan berupa video rekaman pembelajaran sebagai dokumen pendukung dalam pengumpulan data jalannya pembelajaran di kelas. Ketiga, adalah pengumpulan data hasil pengalaman belajar setiap individu sebagai bahan refleksi dan evaluasi peneliti terkait implementasi DDH melalui angket pembelajaran materi bangun ruang sisi lengkung. Keempat, data yang diperlukan adalah hasil tes kemampuan materi. Kelima adalah wawancara testimoni siswa mengenai pembelajaran secara langsung melalui wawancara untuk menggali pengalaman belajar secara subjektif untuk memaknai fenomena yang ada dan untuk menggali potensi LO yang muncul setelah implementasi DDH.

Peneliti dalam penelitian ini bertindak sebagai instrumen utama. Sebagai instrumen utama, peneliti memiliki keharusan untuk terlibat langsung dengan para partisipan secara terus-menerus dan berkelanjutan (Creswell, 2017). Peneliti juga memegang peran sentral dalam proses pengumpulan data. Dalam penelitian ini, digunakan beberapa teknik pengumpulan data untuk mendukung pencapaian tujuan penelitian. Selaras dengan pendekatan penelitian yang diterapkan, peneliti mengumpulkan data untuk menjawab pertanyaan penelitian melalui angket, tes, dokumentasi, wawancara mendalam, dan *focus group discussion* (FGD). Berikut adalah uraian dari masing-masing teknik pengumpulan data tersebut.

3.3.1. Angket

Instrumen angket diberikan dua tahap yaitu tahap pertama diberikan sebelum kegiatan implementasi DDH dan tahap kedua diberikan pada saat setelah siswa mengikuti semua rangkaian pembelajaran DDH. Angket siswa ini disusun melalui *epistemic virtue* dalam bentuk beberapa pertanyaan yang memiliki tujuan khusus. Angket pertama lebih menekankan kepada pengumpulan data berupa biodata atau identitas siswa serta gambaran terkait kesiapan belajar siswa. Angket disusun dalam bentuk cetak dan dibagikan kepada siswa. Angket ini bertujuan untuk memperoleh informasi terkait identitas siswa, seperti usia, alamat, dan mata pelajaran favorit. Dalam menyebarkan angket ini, peneliti dibantu oleh guru matematika di sekolah untuk mengidentifikasi kesiapan belajar siswa.

Angket kedua diberikan kepada siswa untuk memperoleh informasi terkait data bahan refleksi dan evaluasi peneliti terkait implementasi DDH melalui angket pembelajaran materi bangun ruang sisi lengkung. Angket ini disusun dengan tujuan untuk melihat: 1). organisasi didaktik dalam pembelajaran bangun ruang sisi lengkung; 2). penggunaan teknologi dalam pembelajaran bangun ruang sisi lengkung; 3). kesulitan dan kesan selama mengikuti pembelajaran. Angket ini disusun dalam bentuk Google formulir dan dibagikan kepada siswa kelas.

3.3.2. Dokumentasi

Dalam penelitian ini, dokumentasi dimanfaatkan sebagai salah satu teknik pengumpulan data yang berfungsi untuk memperkuat validitas temuan sekaligus memungkinkan dilakukannya analisis data secara berulang atau *replikasi*. Bentuk dokumentasi yang dikumpulkan mencakup foto, rekaman audio, dan video yang merekam rangkaian kegiatan penelitian, mulai dari implementasi *Desain Didaktis Hipotetik* (DDH), pelaksanaan tes, hingga proses wawancara. Pendokumentasian dilakukan secara sistematis untuk merekam dinamika pembelajaran, partisipasi siswa, serta respons mereka terhadap berbagai instrumen yang digunakan. Dokumentasi ini memberikan kesempatan bagi peneliti untuk meninjau ulang data secara lebih teliti, terutama untuk menangkap informasi yang mungkin luput saat kegiatan berlangsung. Dengan demikian, dokumentasi berperan penting dalam

mendukung proses analisis data yang lebih mendalam, komprehensif, dan reflektif terhadap pelaksanaan pembelajaran serta hasil yang dicapai.

3.3.3. Tes

Dalam penelitian ini, pemberian *Tes Kemampuan Materi* (TKM) terkait bangun ruang sisi lengkung digunakan sebagai salah satu teknik pengumpulan data untuk mengidentifikasi sejauh mana tingkat pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari. TKM pertama ditujukan untuk siswa kelas IX-F, IX-G, dan IX-H pada tahun pelajaran 2023/2024 sebagai subjek yang diamati dalam penelitian transposisi didaktik internal yaitu untuk mengidentifikasi LO pembelajaran materi Bangun Ruang Sisi Lengkung. TKM kedua ditujukan kepada siswa kelas IX-H, IX-I, dan IX-J tahun pelajaran 2024/2025 sebagai subjek yang diamati dalam penelitian transposisi didaktik eksternal terkait implementasi DDH. TKM kedua ini tidak dimaksudkan untuk mengeksplorasi LO baru, melainkan difokuskan pada pemetaan pemahaman konseptual siswa serta untuk menelusuri kemungkinan munculnya *extended mathematical cognition*, yakni perluasan atau pengembangan pemikiran matematis siswa di luar apa yang secara eksplisit diajarkan. Data yang diperoleh dari kegiatan ini berupa lembar jawaban siswa serta transkrip hasil koreksi yang dilakukan peneliti terhadap jawaban-jawaban tersebut. Instrumen TKM dirancang secara terstruktur, mencakup lima butir soal isian singkat dan tiga soal uraian yang disesuaikan dengan cakupan materi bangun ruang sisi lengkung yang telah diajarkan sebelumnya. Penyusunan butir soal ini mempertimbangkan aspek kognitif dan representasi matematis yang diharapkan dapat mencerminkan proses berpikir siswa secara mendalam dalam menyelesaikan permasalahan geometris.

3.3.4. Wawancara

Wawancara dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan semi-terstruktur, di mana peneliti menyiapkan pedoman wawancara sebagai instrumen bantu yang tercantum dalam Lampiran 6 dan Lampiran 9 terkait keperluan mengidentifikasi LO pada saat transposisi didaktis internal. Lampiran 26 dan Lampiran 27 merujuk pada pedoman wawancara untuk menggali

pengalaman belajar pada saat implementasi DDH. Pelaksanaan wawancara dilakukan secara langsung oleh peneliti kepada siswa yang menjadi partisipan penelitian. Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk memfasilitasi interaksi yang memungkinkan siswa mengungkapkan pengalaman mereka secara mendalam dan terperinci dengan menggunakan bahasa mereka sendiri. Secara khusus, wawancara ini memiliki dua tujuan utama. Pertama, untuk memperoleh informasi mengenai testimoni siswa terkait pengalaman belajar mereka setelah mengikuti pembelajaran dengan Desain Didaktis Hipotetik (DDH). Kedua, untuk mengidentifikasi potensi LO yang dihadapi siswa selama proses pembelajaran berlangsung serta untuk memperoleh informasi terkait *mathematical cognition* siswa dan faktor lain dimana siswa mengalami hambatan belajar.

3.3.5. *Focus Group Discussion*

Focus Group Discussion (FGD) dalam penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk memperoleh informasi tambahan sekaligus sebagai upaya triangulasi data. Penelitian ini menyelenggarakan dua sesi FGD. FGD pertama bertujuan untuk memformalisasi temuan penelitian, khususnya kontribusi teoritis dan metodologis yang ditawarkan melalui pendekatan *praxeological-didactical analysis* (PDA) sebagai suatu cara untuk mempromosikan pembelajaran yang bersifat *epistemik* dan *sistemik*. FGD ini dilaksanakan secara daring melalui *Zoom Meeting* pada tanggal 28 September 2024 dan melibatkan lima orang ahli, sebagaimana tercantum pada Tabel 3.2. Para ahli tersebut memberikan koreksi, saran, dan masukan terhadap kerangka metodologis PDA, yang hasil akhirnya berupa sebuah artikel konseptual. Agenda utama dalam FGD pertama meliputi: (1) mendiskusikan kontribusi dan keunggulan artikel dalam konteks pembelajaran matematika, khususnya materi volume tabung; (2) mengidentifikasi potensi kelemahan serta aspek-aspek yang memerlukan perbaikan; dan (3) menghimpun masukan konstruktif dari para pakar di bidang metodologi, didaktik, penalaran, konten materi, serta praktisi pembelajaran untuk pengembangan lanjutan pendekatan tersebut.

Tabel 3.2. Daftar Pakar FGD *Praxeological-Didactical Analysis: An Approach to Promoting Epistemic and Systemic Learning*

No.	Inisial	Keahlian
1.	DS	Metodologi dan Didaktik
2.	RR	Penalaran dan Didaktik
3.	SS	Pengembangan Konten Pembelajaran
4.	DD	Metodologi dan Penalaran
5.	AJ	Penalaran dan Konten Geometri

Focus Group Discussion (FGD) kedua dalam penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 7 Desember 2024 secara daring melalui aplikasi *Google Meeting*, dan diikuti oleh lima orang ahli sebagaimana tercantum pada Tabel 3.3. Tujuan utama dari *FGD* ini adalah untuk: (1) mengkritisi HLT dan desain didaktis pada materi bangun ruang sisi lengkung guna perbaikan, penyempurnaan, dan peningkatan kualitas desain; (2) mendiskusikan kontribusi HLT dan desain didaktis terhadap proses pembelajaran materi tersebut; (3) mengidentifikasi potensi kelemahan serta aspek-aspek yang dapat ditingkatkan; dan (4) menghimpun masukan konstruktif dari para ahli di bidang metodologi, didaktik, penalaran, pengembangan konten pembelajaran, serta praktisi pembelajaran untuk pengembangan lebih lanjut. Dalam kegiatan ini, para ahli memberikan koreksi, saran, dan masukan terhadap HLT, DDH, serta instrumen bantu penelitian (e-modul). Ringkasan masukan hasil FDG dari panelis didokumentasikan dan tercantum dalam Lampiran19.

Tabel 3.3. Daftar Pakar FGD Rancangan HLT dan Desain Didaktis

No.	Inisial	Keahlian
1.	DS	Metodologi dan Didaktik
2.	RR	Penalaran dan Didaktik
3.	SS	Pengembangan Konten Pembelajaran
4.	AJ	Penalaran dan Praktisi Dosen Mengajar Geometri
5.	YN	Praktisi Pembelajaran Bangun Ruang Sisi Lengkung

3.4. Uji Keabsahan Data

Keabsahan data dan temuan (*trustworthiness*) dalam penelitian ini diuji berdasarkan empat kategori, yaitu *truth value* (kredibilitas), *applicability* (transferabilitas), *consistency* (dependabilitas), dan *neutrality* (konfirmasiabilitas) (Guba, 2012; Kennedy-Clark, 2012; Korstjens & Moser, 2018; Nowell et al., 2017; Shenton, 2004).

3.4.1. *Truth Value* (Kredibilitas)

Dalam penelitian ini, *truth value* atau kredibilitas mengacu pada sejauh mana temuan dan interpretasi data dapat dipercaya. Untuk menjamin kredibilitas, peneliti melakukan berbagai strategi, dimulai dengan keterlibatan secara mendalam di lokasi penelitian. Peneliti membangun hubungan yang dekat dengan lingkungan sekolah, berkenalan dengan guru-guru matematika, serta mengikuti aktivitas pembelajaran untuk meminimalkan distorsi yang mungkin timbul dari keberadaan peneliti. Interaksi ini juga membantu peneliti memahami konteks secara lebih menyeluruh dan memungkinkan partisipan merasa nyaman dalam memberikan informasi. Selain itu, peneliti melakukan pengamatan berkelanjutan dan reflektif, termasuk klarifikasi terhadap wawancara yang belum lengkap atau belum jelas dengan cara menghubungi kembali informan untuk melengkapi informasi yang dibutuhkan.

Salah satu cara agar dapat memperkuat keabsahan data, peneliti juga menerapkan teknik triangulasi dari berbagai aspek, seperti triangulasi sumber (siswa, guru, bahan ajar), metode (tes, wawancara), waktu (pengulangan pertanyaan pada momen berbeda), dan teori. Misalnya, dalam menyusun satu temuan awal, peneliti memastikan bahwa data berasal dari berbagai siswa dan diperkuat oleh pendapat guru. Selain itu, kegiatan konsultasi secara rutin dengan dosen pembimbing dilakukan untuk mendapatkan masukan kritis atas proses analisis data, yang dikenal sebagai *peer debriefing*. Peneliti juga mengumpulkan bukti yang memadai seperti dokumentasi foto, rekaman video, transkrip wawancara, dan isian angket untuk memastikan semua aspek pembelajaran terdokumentasi dengan baik.

Setelah kegiatan lapangan selesai, peneliti menyusun laporan hasil penelitian secara terstruktur dan konsisten. Interpretasi yang disusun mencakup seluruh data yang diperoleh, dan jika terdapat temuan yang bertentangan atau tidak biasa, peneliti tetap melaporkannya secara terbuka sebagai *kasus negatif* dengan penjelasan yang memadai. Untuk memastikan tidak ada data yang terlewat, peneliti memverifikasi kembali kelengkapan data yang diperoleh dan melakukan pemeriksaan terhadap hasil sementara dengan partisipan, melalui proses yang menyerupai *member checking*. Dengan demikian, kredibilitas dalam penelitian ini dibangun melalui keterlibatan yang intens, pengumpulan data yang menyeluruh, refleksi terus-menerus, dan validasi temuan secara menyilang dari berbagai sudut pandang.

3.4.2. *Applicability* (Transferabilitas)

Transferabilitas atau keteralihan dalam penelitian kualitatif, merujuk pada sejauh mana temuan penelitian dapat digunakan atau diterapkan dalam konteks lain yang memiliki karakteristik serupa. Meskipun tujuan utama penelitian ini bukan untuk menghasilkan generalisasi seperti pada penelitian kuantitatif, peneliti tetap berharap bahwa temuan yang diperoleh dapat memberi inspirasi atau dijadikan acuan bagi peneliti lain dalam konteks yang berbeda, terutama yang memiliki kesamaan karakteristik konteks. Dengan demikian, transferabilitas berperan penting dalam memperluas daya guna hasil penelitian di luar lingkungan tempat data dikumpulkan.

Selama proses penelitian, peneliti menggunakan strategi pengambilan sampel teoritis, yaitu memilih partisipan dan kelas yang dinilai paling kaya informasi serta relevan dengan tujuan penelitian. Strategi ini bukan bertujuan untuk mewakili populasi secara statistik, tetapi untuk memperkaya pemahaman terhadap fenomena yang diteliti. Selain itu, peneliti juga mengumpulkan data deskriptif seperti biodata siswa dan guru, serta informasi kontekstual lainnya yang berkaitan dengan lingkungan sekolah. Data ini disiapkan agar pembaca atau peneliti lain dapat menilai sejauh mana hasil penelitian ini dapat diterapkan dalam konteks yang serupa.

Setelah penelitian selesai, peneliti menyusun deskripsi kontekstual secara rinci, mencakup faktor-faktor yang memengaruhi proses dan hasil penelitian, seperti waktu pelaksanaan, kondisi kelas, dan dinamika pembelajaran. Tujuannya adalah untuk membantu pembaca memahami secara menyeluruh kondisi tempat penelitian dilakukan, sehingga mereka dapat mempertimbangkan apakah temuan ini relevan atau dapat ditransfer ke konteks lain. Dengan memberikan informasi yang cukup tentang konteks, peneliti memberikan landasan bagi pembaca atau peneliti berikutnya untuk menilai kesesuaian dan kemungkinan penerapan hasil penelitian ini dalam lingkungan yang berbeda namun serupa.

3.4.3. *Consistency (Dependabilitas)*

Dalam penelitian kualitatif, *consistency* mengacu pada konsep dependabilitas, yaitu sejauh mana proses penelitian dijalankan secara logis, transparan, dan terdokumentasi dengan baik. Penelitian ini mengakui bahwa kenyataan yang diteliti bersifat jamak atau multiple reality, dan bahwa peneliti berperan sebagai instrumen utama dalam pengumpulan dan analisis data. Karena manusia sebagai instrumen memiliki keterbatasan seperti kelelahan, kurangnya wawasan tertentu, atau sensitivitas terhadap konteks, maka perlu dilakukan upaya khusus untuk menjaga konsistensi dalam proses pengambilan dan interpretasi data.

Sebagai dasar untuk memastikan konsistensi tersebut, penelitian ini menggunakan prinsip inferensi berbasis koherensi data. Artinya, peneliti memeriksa kesesuaian antara data mentah dan interpretasi yang dihasilkan secara menyeluruh dan rasional. Salah satu langkah yang dilakukan adalah merekam seluruh proses penelitian menggunakan dokumentasi seperti rekaman suara, foto, dan video. Dokumentasi ini membantu menangkap dinamika penelitian secara utuh, baik dalam konteks umum seperti proses pembelajaran di kelas maupun dalam momen-momen spesifik seperti interaksi antara guru dan siswa.

Dokumen yang dihasilkan dari proses ini berfungsi sebagai sumber data objektif yang tidak langsung dipengaruhi oleh interpretasi peneliti. Data ini kemudian digunakan untuk meninjau kembali temuan secara lebih cermat dan memastikan bahwa analisis yang dilakukan dapat dipertanggungjawabkan. Dengan

melibatkan pembimbing dalam proses peninjauan, peneliti berupaya menjaga agar semua langkah analisis bersifat konsisten, transparan, dan berdasarkan pada data yang dapat diverifikasi, sehingga kualitas dan ketergantungan hasil penelitian tetap terjaga.

3.4.4. *Neutrality* (Konfirmabilitas)

Neutrality atau konfirmabilitas dalam penelitian kualitatif merujuk pada sejauh mana hasil penelitian dapat dikonfirmasi oleh pihak lain, serta bebas dari bias atau kepentingan pribadi peneliti. Dalam penelitian ini, peneliti menyadari pentingnya menjaga objektivitas selama proses pengumpulan, analisis, dan interpretasi data. Untuk itu, peneliti berupaya memisahkan antara opini pribadi dan temuan berbasis data melalui pendekatan yang sistematis dan reflektif. Salah satu strategi yang digunakan adalah menjaga rekam jejak proses analisis dengan menyimpan semua data mentah, catatan lapangan, hasil wawancara, dan dokumentasi pendukung secara lengkap agar dapat ditinjau ulang oleh pihak lain jika diperlukan.

Selain itu, untuk memastikan bahwa interpretasi data tidak semata-mata berasal dari sudut pandang tunggal peneliti, penelitian ini melibatkan pembimbing dan rekan sejawat dalam proses *audit trail* dan diskusi hasil analisis. Kegiatan ini membantu menyeimbangkan perspektif dan memberikan umpan balik terhadap kemungkinan bias yang tidak disadari. Peneliti juga menerapkan prinsip transparansi dalam pelaporan data, termasuk dengan menyampaikan kutipan langsung dari partisipan serta menyatakan jika terdapat data yang tidak sesuai dengan kecenderungan umum (*negative case analysis*). Dengan demikian, confirmability dalam penelitian ini dijaga melalui dokumentasi menyeluruh, pelibatan pihak lain, serta refleksi kritis dan terbuka terhadap proses interpretasi data.

3.5. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan melalui dua pendekatan yang saling melengkapi. Pertama, peneliti menggunakan teknik *praxeological-didactical analysis* (Yunianta et. al., 2023) untuk menganalisis materi ajar berupa lembar kerja

peserta didik (LKPD) yang dikembangkan oleh guru atau peneliti. Kedua, analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif berdasarkan model Miles dan Huberman (1994), yang mencakup tiga tahapan utama: reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan/verifikasi. Teknik ini diterapkan pada dua tahap penting: sebelum dan sesudah implementasi desain didaktis.

3.5.1. *Praxeological-Didactical Analysis (PDA)*

Pertama, analisis data dalam penelitian ini menggunakan pendekatan PDA yang dikembangkan oleh Yuniarta et. al., (2023), yang bertujuan untuk menganalisis dan mengembangkan desain didaktis atau materi ajar yang bersifat epistemik dan sistemik. Analisis dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah analisis praxeologis, dimulai dengan pemilihan materi ajar oleh peneliti secara purposif tanpa menggunakan kriteria inklusi formal atau teknik pengambilan sampel acak. Fokus ditempatkan pada materi bangun ruang sisi lengkung di jenjang SMP. Materi ajar dianalisis melalui tabel praxeologi dengan mengkodekan komponen-komponennya berdasarkan tipe dan level tugas, dimensi proses kognitif dan struktur pengetahuan (mengacu pada Taksonomi Bloom yang telah direvisi), serta teknik, teknologi, dan teori yang mendasari penyusunan materi. Setelah itu dilanjutkan memasukkan hasil dari tabel *praxeology* ke dalam tabel posisi jenis-jenis tugas terhadap struktur kognitif dan proses kognitif seperti yang terlihat pada Tabel 3.4. Tahap kedua adalah analisis didaktis yang mengevaluasi struktur tugas, potensi hambatan belajar, serta keterkaitan antar tugas dalam lintasan belajar untuk mengidentifikasi bagaimana pengetahuan disusun dan saling terhubung.

Tabel 3.4. Posisi Jenis-Jenis Tugas Terhadap Struktur Kognitif dan Proses Kognitif

<i>The Knowledge Dimension</i>	<i>1. Remember</i>	<i>2. Understand</i>	<i>3. Apply</i>	<i>4. Analyze</i>	<i>5. Evaluate</i>	<i>6. Create</i>
<i>A. Factual Knowledge</i>						
<i>B. Conceptual Knowledge</i>						
<i>C. Procedural Knowledge</i>						
<i>D. Metacognitive Knowledge</i>						

Pengetahuan yang disusun dapat dikatakan saling terhubung jika tugas yang diberikan dalam urutan pembelajaran saling terkait kuat. Penjelasan lebih rinci mengenai simbol, makna dan justifikasi dari hubungan tiap tugas dalam pembelajaran dapat dilihat pada Tabel 3.5 . Tabel 3.5 menyajikan simbol, makna, dan dasar justifikasi hubungan antartugas (T) dalam lintasan pembelajaran. Simbol $T_a \rightleftharpoons T_b$ menunjukkan adanya hubungan alur belajar yang kuat antara dua tugas, yang didasarkan pada kesesuaian konten dan konteks serta keterkaitan yang erat dalam dimensi proses kognitif. Kategori ini juga berlaku apabila terdapat keterkaitan dalam dimensi proses kognitif, tetapi hanya konten atau hanya konteks yang terkait secara bermakna, bukan keduanya. Sementara itu, simbol $T_a \rightarrow T_b$ merepresentasikan hubungan alur belajar yang sedang, yang terjadi apabila terdapat keterkaitan antara konten dan konteks, namun hubungan dalam dimensi proses kognitif bersifat lemah atau bahkan tidak ada. Adapun simbol $T_a \nrightarrow T_b$ digunakan untuk menunjukkan hubungan yang lemah atau tidak ada sama sekali antara dua tugas dalam lintasan pembelajaran. Hal ini terjadi apabila tidak terdapat kesesuaian konten dan konteks, serta tidak ada keterkaitan dalam dimensi proses kognitif. Meskipun mungkin terdapat keselarasan secara permukaan, kondisi tersebut dinilai tidak cukup untuk membentuk alur pembelajaran yang koheren dan bermakna bagi siswa.

Tabel 3.5. Simbol, Makna, dan Justifikasi Hubungan Antartugas (T)

Simbol	Makna	Dasar Justifikasi
$T_a \rightleftharpoons T_b$	T_a dan T_b memiliki hubungan alur belajar yang kuat.	Hubungan antara T_a dan T_b dinilai kuat berdasarkan kriteria berikut: ☒ Terdapat keterkaitan antara konten dan konteks ☒ Terdapat hubungan yang relevan dengan dimensi proses kognitif
$T_a \rightarrow T_b$	T_a dan T_b memiliki hubungan alur belajar yang sedang.	Hubungan antara T_a dan T_b dinilai sedang berdasarkan kriteria berikut: ☒ Terdapat keterkaitan antara konten dan konteks ☒ Hubungan dengan dimensi proses kognitif lemah atau tidak ada Atau ini terjadi jika terdapat hubungan dimensi proses kognitif namun hanya terdapat keterkaitan konten saja atau konteks saja.

Simbol	Makna	Dasar Justifikasi
$T_a \rightarrow T_b$	T_a dan T_b memiliki hubungan yang lemah atau tidak memiliki keterkaitan dalam lintasan pembelajaran.	Hubungan antara T_a dan T_b dinilai lemah atau tidak relevan dalam lintasan pembelajaran berdasarkan kriteria berikut:: ☒ Hubungan antara konten dan konteks lemah atau tidak ada ☒ Hubungan dengan dimensi proses kognitif lemah atau tidak ada — meskipun mungkin terdapat keselarasan, namun tidak cukup untuk mendukung alur belajar yang koheren

Pernyataan pada Tabel 3.5 terkait "*Terdapat keterkaitan antara konten dan konteks*" dalam analisis ini merujuk pada kesesuaian antara materi bangun ruang sisi lengkung yang diajarkan (konten) dan situasi atau representasi yang digunakan dalam tugas (konteks), seperti penggunaan gambar, model konkret, atau visualisasi digital. Kesesuaian ini memungkinkan objek matematika yang dikaji, seperti jari-jari, diameter, tinggi, selimut, dan luas atau volume dari tabung, kerucut, dan bola, dapat dikenali dan dimaknai dengan lebih jelas oleh siswa. Keterkaitan ini menjadi indikator awal bahwa objek-objek matematika tersebut dimunculkan secara relevan dan bertahap dalam konteks yang mendukung. Selain itu, koherensi didaktik tercermin ketika konteks yang digunakan selaras dengan konten, sehingga transisi antar tugas berlangsung secara alami dan logis. Hubungan ini juga memperkuat keterpaduan *praxeology*, karena teknik penyelesaian yang dikembangkan siswa, justifikasi yang digunakan, serta teori yang melandasi proses pemecahan masalah, dapat berkembang secara berkesinambungan dalam jalur pemahaman yang sistematis. Dengan demikian, keterkaitan antara konten dan konteks dalam tugas-tugas bangun ruang sisi lengkung berperan penting dalam mendukung pemaknaan objek matematika, kesinambungan didaktik, dan kesatuan prakseologis dalam proses pembelajaran.

Pernyataan pada Tabel 3.5 terkait "*Terdapat hubungan yang relevan dengan dimensi proses kognitif*" merujuk pada kesesuaian tingkat proses berpikir yang dituntut dalam masing-masing tugas dengan urutan perkembangan kognitif menurut taksonomi yang digunakan, seperti *Bloom's Revised Taxonomy*. Analisis

dalam konteks ini diarahkan untuk mengidentifikasi ada atau tidaknya kesenjangan kognitif antar tugas, khususnya dalam hal transisi dari satu tingkat proses berpikir ke tingkat berikutnya. Jika urutan tugas menunjukkan perpindahan yang logis dan bertahap, seperti dari memahami ke menerapkan atau dari menerapkan ke menganalisis, maka hubungan tersebut dinilai relevan karena mendukung perkembangan berpikir siswa secara progresif. Sebaliknya, jika terjadi lompatan kognitif yang tidak terjembatani atau justru regresi yang tidak terarah, maka hal itu menunjukkan ketidakterkaitan dalam dimensi proses kognitif. Dengan demikian, keberadaan hubungan yang relevan dengan proses kognitif menjadi indikator penting untuk menilai apakah alur tugas telah dirancang dengan mempertimbangkan kesinambungan berpikir dan tidak menimbulkan beban kognitif yang tidak proporsional bagi siswa.

Selanjutnya terdapat strategi yang dapat diterapkan dalam proses analisis untuk menjamin validitas dan ketepatan interpretasi data. Di antaranya adalah *inter-rater analysis* dengan melibatkan beberapa peneliti dalam proses pengodean data untuk meminimalkan bias dan menghasilkan konsensus. Koherensi logis juga dijaga dalam proses inferensi agar temuan konsisten dengan kerangka teoretis yang digunakan. Triangulasi teoretis diterapkan untuk memperkaya interpretasi melalui berbagai perspektif teori. Selain itu, diskusi kelompok terfokus (*Focus Group Discussion* atau FGD) dilaksanakan dengan enam ahli yang terdiri dari guru matematika, dosen geometri, serta pakar didaktik dan pengembangan konten, guna memvalidasi dan memperkuat hasil analisis awal. Instrumen yang digunakan dalam proses ini mencakup tabel analisis tugas, kerangka teoretis, lembar pengodean, dokumen materi ajar, dan lembar validasi ahli. Melalui proses ini, PDA berfungsi tidak hanya sebagai alat evaluatif terhadap materi ajar, tetapi juga sebagai kerangka kerja generatif yang mendukung pengembangan desain pembelajaran yang bermakna dan sistemik.

3.5.2. Analisis Data Kualitatif

Analisis data dalam penelitian kualitatif ini merupakan proses mengorganisasi dan menyusun data lapangan agar analisis dan penarikan

kesimpulan dapat dilakukan secara sistematis dan terpadu (Creswell (2016). Selanjutnya dalam analisis data kualitatif ini mencakup tiga tahap utama, yaitu reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan seperti yang dikemukakan menurut Miles dan Huberman (1994). Sementara itu dalam penelitian ini juga menggunakan kajian fenomenologi hermeneutic dalam menggali makna dan memaknai pengalaman yang diperoleh dari penelitian ini. Dalam konteks penelitian fenomenologi, Moustakas (1994) menekankan pentingnya memperhatikan pencatatan pengalaman partisipan, pemilihan pengalaman yang relevan dengan tujuan penelitian, pengelompokan serta verifikasi data, dan penyusunan sintesis deskripsi tekstual dan struktural dari pengalaman tersebut. Sementara itu, Gadamer (Van Manen, 2016) melalui pendekatan fenomenologi hermeneutik menekankan bahwa analisis data tidak sekadar mengikuti prosedur teknis, melainkan merupakan proses dialogis antara peneliti dan pengalaman partisipan, yang berlangsung melalui kesadaran akan prasangka, fusi horizon, serta pemaknaan kontekstual terhadap pengalaman dalam bingkai kultur komunitas. Dengan demikian, analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan pendekatan Miles dan Huberman (1994), Moustakas (1994), dan pendekatan hermeneutik Gadamer (Van Manen, 2016), guna mencapai pemahaman yang reflektif dan transformatif terhadap makna pengalaman partisipan dalam konteks pembelajaran.

Reduksi data merupakan proses berkelanjutan yang mencakup pemilihan, penyederhanaan, pemusatan perhatian, abstraksi, dan transformasi data ke dalam bentuk naratif tertulis, yang berlangsung sejak tahap prapenelitian hingga pascapenelitian. Pada tahap awal, reduksi dilakukan melalui penentuan fenomena yang dikaji, perumusan pertanyaan penelitian, serta penyusunan kerangka konseptual dan metode pengumpulan data. Selama proses penelitian, reduksi dilakukan melalui pencatatan hasil observasi, wawancara, dan tes kemampuan materi, penarikan kesimpulan awal, serta pengodean temuan. Proses ini tidak terpisah dari analisis dan interpretasi data secara keseluruhan, karena keduanya saling berkaitan dalam memahami makna data yang dikumpulkan. Dalam penelitian ini, reduksi data dilakukan melalui beberapa langkah: menuliskan hasil PDA dari dokumen bahan ajar guru, melakukan observasi pembelajaran di kelas,

mengolah data hasil wawancara guru dan siswa dari rekaman audio, serta menganalisis respons siswa terhadap angket dan tes kemampuan materi untuk mengevaluasi pemahaman mereka terhadap materi bangun ruang sisi lengkung, khususnya pada topik fungsi. Langkah-langkah ini menjadi dasar dalam mengidentifikasi hambatan belajar siswa, menyusun HLT, serta merancang DDH yang sesuai.

Setelah proses reduksi data, langkah berikutnya dalam analisis adalah penyajian data yang bertujuan untuk mengatur informasi secara terstruktur sebagai dasar dalam menarik kesimpulan. Penyajian ini berperan penting agar temuan penelitian kualitatif dapat diakses dan dipahami dengan jelas oleh peneliti maupun pembaca. Data dalam penelitian disajikan dalam berbagai format seperti narasi, tabel, bagan, ilustrasi visual, dan tangkapan layar, bergantung pada konteks analisis. Adapun bentuk penyajian data dalam penelitian ini meliputi: (1) hasil kajian transposisi didaktik internal dalam bentuk tabel, visualisasi, dan uraian; (2) hambatan belajar siswa dipaparkan secara deskriptif dan dilengkapi tabel, visualisasi tangkapan layar kelas, dan uraian; (3) HLT disajikan melalui narasi dan bagan; (4) desain didaktis hipotetik dijelaskan dalam bentuk teks, uraian, dan ilustrasi; (5) situasi didaktis selama implementasi digambarkan melalui narasi, tangkapan layar kelas, dan kutipan percakapan siswa dan guru; (6) analisis retrospektif diuraikan secara reflektif dengan dukungan tabel dan visualisasi gambar; serta (7) desain didaktis empiris dipresentasikan dalam bentuk narasi dan informasi pendukung.

Tahapan akhir dalam analisis data setelah reduksi dan penyajian adalah penarikan kesimpulan. Kesimpulan yang disusun dalam penelitian ini merujuk langsung pada rumusan pertanyaan penelitian, mencakup aspek transposisi didaktik internal pada materi bangun ruang sisi lengkung, hambatan belajar siswa, perancangan HLT, pengembangan DDH, hasil analisis metapedadidaktik selama implementasi desain, hingga hasil analisis retrospektif yang mengarah pada pembentukan desain didaktis empiris. Penjaminan bahwa pengetahuan yang diperoleh merupakan *justified true belief* dilakukan melalui verifikasi kesimpulan dengan cara mengumpulkan bukti data terkait implementasi, mengonfirmasi

temuan kepada guru dan siswa, serta melakukan diskusi dengan pakar di bidang yang relevan. Proses verifikasi ini juga diperkuat dengan pemaknaan teoretis dan kontekstual terhadap seluruh temuan yang diperoleh, dengan merujuk pada literatur dan hasil-hasil penelitian sebelumnya.

3.6. Isu Etik Penelitian

Penelitian ini melibatkan manusia sebagai subjek, yaitu guru dan siswa, sehingga memerlukan perhatian khusus terhadap prinsip-prinsip etika. Beberapa isu etik utama yang menjadi perhatian meliputi: (1) potensi ketimpangan relasi kuasa antara peneliti dan partisipan, khususnya siswa sebagai peserta didik; (2) risiko gangguan terhadap proses belajar-mengajar akibat intervensi penelitian; (3) perlindungan terhadap hak dan kenyamanan partisipan; serta (4) jaminan bahwa tidak ada tekanan atau paksaan dalam keterlibatan mereka dalam penelitian. Oleh karena itu, sebelum pelaksanaan penelitian, peneliti terlebih dahulu memperoleh izin dari pihak sekolah dan otoritas institusi yang berwenang.

Aspek kunci dalam pelaksanaan etika penelitian ini adalah penggunaan *informed consent*. Peneliti memberikan penjelasan tertulis dan lisan mengenai tujuan, prosedur, manfaat, serta kemungkinan risiko penelitian kepada guru dan orang tua/wali siswa. Dokumen persetujuan partisipasi ditandatangani secara sukarela oleh pihak yang berwenang, dengan penegasan bahwa partisipasi dalam penelitian ini bersifat tidak memaksa dan dapat dihentikan kapan saja. Proses ini bertujuan agar seluruh pihak terlibat memiliki pemahaman yang utuh sebelum mengambil keputusan untuk berpartisipasi.

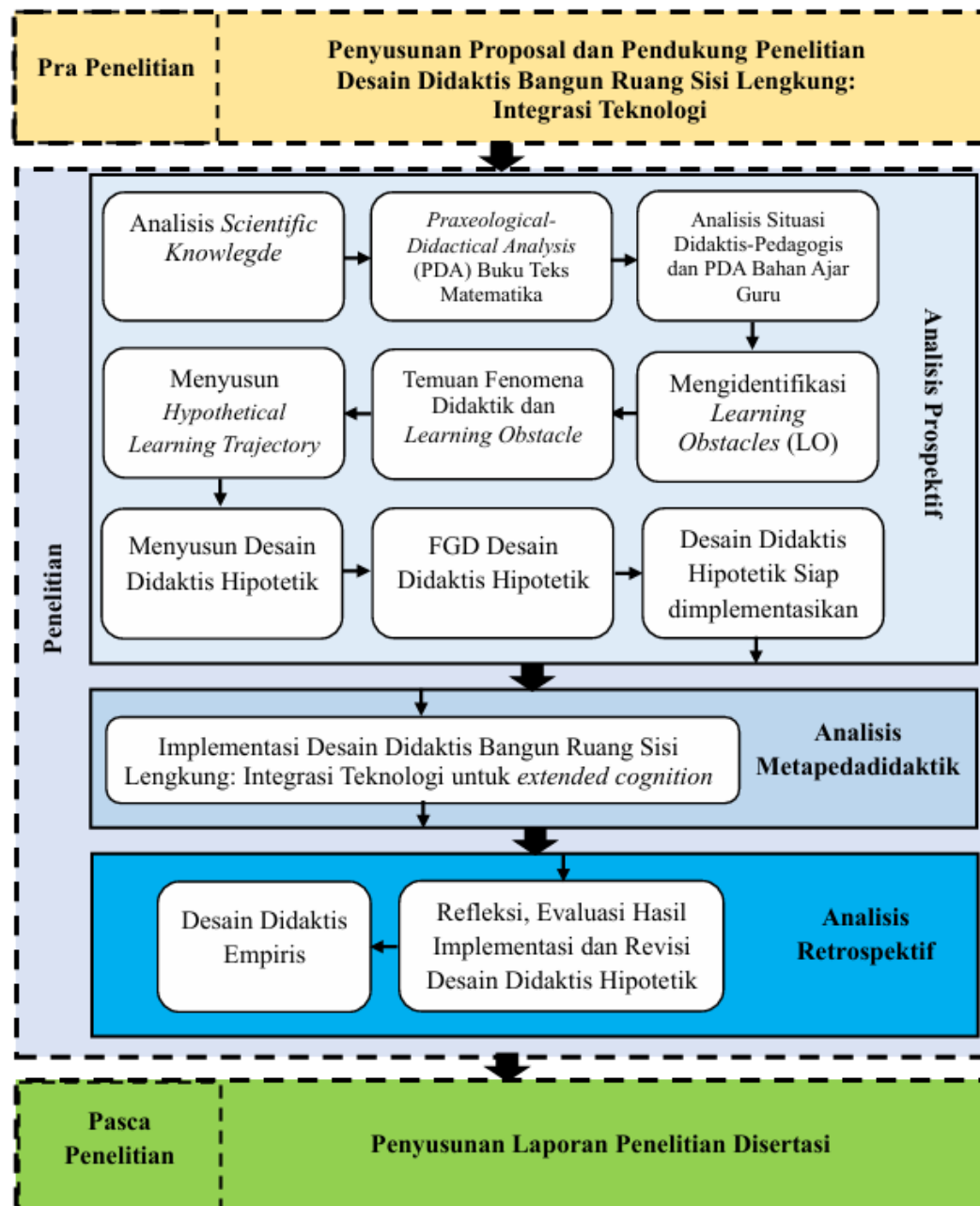
Peneliti juga menjunjung tinggi integritas dan kejujuran akademik dalam seluruh tahapan penelitian, khususnya dalam pengembangan dan implementasi desain didaktis. Seluruh data yang dikumpulkan diperlakukan secara jujur tanpa manipulasi, disajikan apa adanya, dan dianalisis secara objektif. Peneliti menghindari segala bentuk rekayasa data maupun intervensi yang tidak autentik dalam proses pembelajaran. Komitmen terhadap kejujuran ilmiah ini bertujuan untuk menjaga validitas hasil penelitian serta menghormati proses belajar yang sesungguhnya terjadi di kelas.

3.7. Prosedur Penelitian

DDR terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu analisis prospektif, analisis situasi didaktis-pedagogis (metapedadidaktik), dan analisis retrospektif. Analisis prospektif merupakan tahapan analisis terhadap situasi didaktis yang dilakukan sebelum pembelajaran berlangsung. Output dari tahapan ini adalah desain didaktis hipotetik (DDH), yang disusun dalam bentuk desain didaktis terintegrasi teknologi (DDTT) dan memuat antisipasi didaktis-pedagogis (ADP).

Tahapan analisis metapedadidaktik merupakan implementasi DDTT dalam praktik pembelajaran untuk mengevaluasi tiga komponen utama, yaitu kesatuan, fleksibilitas, dan koherensi. Komponen kesatuan merujuk pada kemampuan guru dalam memandang hambatan didaktis (HD), hambatan epistemologis (HP), dan antisipasi didaktis-pedagogis (ADP) sebagai suatu kesatuan utuh dalam proses pembelajaran. Komponen fleksibilitas menekankan bahwa desain pembelajaran dapat dimodifikasi secara dinamis selama pelaksanaan, sesuai dengan respons dan kemampuan siswa. Sementara itu, komponen koherensi menunjukkan bahwa setiap situasi didaktis yang dirancang harus saling berkaitan secara sistematis dan membentuk alur pembelajaran yang terpadu.

Selanjutnya, analisis retrospektif dilakukan untuk menghubungkan dan membandingkan hasil analisis terhadap situasi didaktis hipotetik (pada tahap prospektif) dengan hasil implementasinya di kelas (pada tahap metapedadidaktik). Tahapan ini bertujuan untuk merefleksikan, mengevaluasi, dan merevisi desain awal guna memperoleh desain didaktis empiris yang lebih efektif dan kontekstual (Anwari, 2017; Sulistiawati et al., 2015; Suryadi, 2019b). Gambaran prosedur penelitian desain didaktis ini dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Prosedur Penelitian Desain Didaktis pada Materi Bangun Ruang Sisi Lengkung dengan Integrasi Teknologi