

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode dan Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian desain, karena menggabungkan desain instruksional (bertujuan mendesain pengaturan belajar-mengajar untuk ruang kelas) dan penelitian pendidikan (bertujuan untuk menyelidiki dan memahami proses belajar mengajar dari awal sampai terbentuk proses tersebut) (Kaiser & Presmeg, 2016.). Penelitian ini berfokus pada pemahaman terkait karakteristik guru matematika yang telah menguasai ketiga dimensi pedagogi digital dengan baik yaitu orientasi pedagogi, praktik pedagogi, dan kompetensi pedagogi; karakteristik siswa SMP yang memiliki Kemampuan Berpikir Matematis (KBM) dan Kemampuan Berpikir Komputasional (KBK); serta bentuk desain pembelajaran berbasis pedagogi digital yang dapat mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa SMP. Untuk desain instruksional merujuk pada desain pembelajaran yang disusun berdasarkan dari tiga unsur yang telah mengalami analisis terlebih dulu yaitu kemampuan pedagogi digital yang dimiliki oleh guru matematika, serta kemampuan berpikir matematis dan komputasional yang dimiliki siswa. Ketiga unsur tersebut memberikan sebuah fenomena menarik dalam Kurikulum pembelajaran matematika saat ini yang mengagendakan adanya pembelajaran yang memfokuskan pada penguasaan konsep matematika, pengalaman belajar, dan penguasaan teknologi terutama yang berhubungan dengan pemanfaatan beberapa aplikasi digital untuk membantu dalam mengkonstruksi kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa. Sementara itu untuk penelitian pendidikannya merujuk pada kondisi awal kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa yang terbentuk dari hasil belajar mereka sebelumnya, sementara itu penelitian ini berlanjut untuk proses terbentuknya kemampuan berpikir matematis dan komputasional setelah desain pembelajaran diterapkan di kelas, dengan berfokus pula dari hasil pembelajarannya.

Penelitian desain yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tipe *validation studies*, yang meliputi tiga fase yaitu desain pendahuluan, percobaan desain (eksperimen di kelas), dan analisis retrospektif, dengan produk dari tipe *validation studies* ini berupa *local instructional theory* (Akker et al, 2006). *Validation studies* memiliki fokus pada perancangan lingkungan atau lintasan belajar dengan tujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi teori tentang proses pembelajaran dan bagaimana lintasan belajar dapat dirancang. Untuk itu sebelum berlanjut pada ketiga fase dari *validation studies*, maka penelitian harus berfokus pada *Hypothetical Learning Trajectory* atau disingkat HLT. HLT terdiri dari tujuan pembelajaran untuk siswa, rencana aktivitas pembelajaran, dan dugaan dari proses pembelajaran di kelas (Conner et al., 2017). Pada waktu menyusun dugaan proses pembelajaran di kelas, guru perlu memprediksi perkembangan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa di kelas dan pemahaman atau strategi siswa yang mungkin muncul sebagaimana yang terjadi pada waktu kegiatan pembelajaran sesungguhnya. Dengan demikian, guru perlu mengamati reaksi siswa di setiap tahap yang mengarah pada tujuan pembelajaran.

HLT yang disusun baik berupa HLT 1 dan 2 (modifikasi dari HLT 1) memberikan gambaran dugaan proses pembelajaran dengan mengacu pada tujuan pembelajaran dan pengembangan kompetensi matematika dari Kurikulum 2013 yang berlaku di Sekolah Menengah Pertama. Merujuk pada Silabus Pembelajaran Matematika, pengembangan kompetensi matematika pada Kurikulum 2013 yang berlaku sesuai pula dengan fokus penelitian ini yaitu mengarahkan siswa pada pengembangan kemampuan pemecahan masalah matematis, menekankan pada kemahiran dan keterampilan menggunakan perangkat teknologi untuk menemukan langkah-langkah solusi matematis baik secara teknis maupun penyajian dalam bentuk gambar. Pemanfaatan aplikasi teknologi pada penelitian ini terbatas pada cara pemanfaatan dan visualisasi alur beberapa konsep dari BK dari jawaban siswa, karena fokus utamanya adalah pemahaman konsep matematis siswa. Sementara itu HLT 1 dan 2 menjadi acuan dalam merealisasikan terwujudnya sebuah desain pembelajaran berbasis pedagogi digital dalam mengembangkan kemampuan

berpikir matematis dan komputasional siswa. Konteks *validation studies* disini memberikan produk akhir yang sesuai dengan tujuan terlaksananya pembelajaran matematika yang mengacu pada Kurikulum 2013, penguasaan konsep matematika, rencana guru dalam implementasi pembelajaran di kelas, integrasi teknologi dalam kegiatan belajar mengajar, kemampuan guru dalam mengembangkan keterampilan mengajar dan mendidik, kemampuan guru merefleksikan pembelajaran berdasarkan masukan dari siswa, memahami karakteristik dan kemampuan matematis siswa, dan mengkonstruksi siswa belajar secara sistematis dan bertahap.

Desain penelitian bentuk *validation studies* merupakan hasil kolaborasi antara peneliti dan guru untuk memperbaiki dan memberikan inovasi pembelajaran (Hasbi Ramadhan et al., 2021). Bentuk kolaborasi dalam penelitian ini setelah memperoleh analisis dan revisi dari kemampuan pedagogi digital yang guru miliki. Guru memberikan pandangan mengenai kemampuan penguasaan konsep materi matematika pada bahasan Bilangan Berpangkat, Bentuk Akar, dan Persamaan Kuadrat, serta kemampuan digital siswa pada saat ini dengan beracuan pada pengalaman guru selama proses belajar mengajar di kelas. Desain pembelajaran untuk ketiga materi tersebut yang disandingkan dengan pemanfaatan aplikasi digital yaitu *Scratch* dan *Microsoft Excel* dapat memberikan pengalaman belajar baru dan bermakna bagi siswa terutama yang selama ini masih memanfaatkan media konkret dan tugas-tugas rutin. Desain penelitian ini memberikan sebuah wacana baru, terutama bagi guru sebagai *pilot project* penyusunan desain pembelajaran dan bagi siswa sebagai pelaku aktif dalam kegiatan di kelas. Hal ini dikarenakan melalui penelitian tipe *validation studies*, tersedia untuk saling sumbang pemikiran dan ide dalam mengimplementasikan pembelajaran yang memfasilitasi karakteristik siswa dan kemampuan guru mengelola pembelajaran yang masih tetap dalam koridor pelaksanaan Kurikulum 2013. Di mana selama ini pembelajaran selalu berpatokan bahwa kegiatan belajar mengajar yang cukup diterima saja.

Berdasarkan alasan yang telah dipaparkan, penelitian bentuk *validation studies* yang dilakukan dalam penelitian ini untuk memperoleh produk berupa HLT, LIT, desain pembelajaran materi Bilangan Berpangkat, Bentuk Akar, dan

Persamaan Kuadrat, dan hasil implementasi dari desain pembelajaran tersebut. Fokus dari produk-produk tersebut merupakan hasil dari analisis kemampuan pedagogi digital guru-guru matematika, dan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa SMP. Analisis yang dilakukan mengungkap tentang pemahaman konsep matematika, pemecahan masalah kompleks, pengalaman belajar, dan kemampuan digital. Untuk memperkuat keyakinan penyusunan produk sebagai hasil akhir, maka digunakan pula hasil wawancara baik dengan guru maupun siswa.

3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dua lokasi Sekolah Menengah Pertama (SMP) di Kota Cirebon. Sekolah pertama untuk observasi awal dengan tujuan memperoleh dasar dari penyusunan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) dan desain pembelajaran berbasis kemampuan pedagogi digital untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional, sementara itu untuk sekolah berikutnya digunakan untuk mendesain sebuah *platform* pembelajaran daring, menganalisis LT, serta menganalisis hasil pembelajaran akhir setelah memperoleh perlakuan. Pemilihan dua lokasi sekolah tersebut dilakukan secara acak dengan berpedoman bahwa input siswa di Kota Cirebon dilakukan secara zonasi dan lokasi kedua sekolah berdekatan, sehingga inputnya sama. Penelitian yang berlangsung selama 8 minggu (16 kali pertemuan) untuk masing-masing penelitian pendahuluan (observasi awal) maupun implementasi di dua sekolah berbeda dan di tahun pelajaran yang berbeda pula dilaksanakan untuk tiga materi yang dibahas yaitu bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat. Pada lokasi SMP di penelitian pendahuluan yang dilaksanakan tanggal 18 Juli 2022 sampai dengan 9 September 2022, di mana penelitian lebih difokuskan untuk sesi wawancara, diskusi, dokumentasi, dan observasi pembelajaran yang dilaksanakan oleh siswa. Sementara itu untuk kegiatan implementasi dari pengembangan lintasan belajar yang dilaksanakan tanggal 24 Juli 2023 sampai dengan 18 September 2023, siswa pada lokasi SMP yang berbeda menerima perlakuan hasil desain pembelajaran.

Subjek dalam penelitian ini sejumlah tujuh puluh satu orang siswa dan tiga guru matematika yang berada di dua lokasi sekolah penelitian dan berasal dari tiga kelas penelitian. Untuk penelitian pendahuluan menggunakan subjek penelitian berjumlah dua puluh enam orang siswa kelas IX.F dan satu guru matematika di SMP Negeri 2 Cirebon, kemudian pada fase perolehan LT dan implementasi subjek penelitian sejumlah empat puluh lima orang pesertas didik kelas IX di dua kelas berbeda yaitu IX.D dan IX.E dan dua orang guru matematika di SMP Negeri 7 Cirebon. Subjek penelitian adalah guru-guru matematika untuk menganalisis penguasaan kemampuan pedagogi digital, dan sejumlah siswa kelas IX untuk menganalisis kemampuan berpikir matematis dan komputasional.

Sesuai pedoman PISA, subjek penelitian adalah siswa kelas IX SMP berusia 15 tahun dengan kemampuan kognitif bervariasi. OECD menemukan bahwa kelompok usia ini biasanya telah menguasai konsep dasar pengetahuan dan keterampilan. Sesuai pedoman PISA, subjek penelitian adalah siswa kelas IX SMP berusia 15 tahun dengan kemampuan kognitif bervariasi. OECD menemukan bahwa kelompok usia ini biasanya telah menguasai konsep dasar pengetahuan dan keterampilan (Lindberg & Silvennoinen, 2018). Oleh karena itu, PISA 2021 menargetkan anak usia 15 tahun untuk mengukur kemampuan berpikir dan komputasionalnya (Suherman & Vidákovich, 2022). Selain karena aturan yang telah ditetapkan PISA untuk usia siswa yang mengikuti tes berstandar tersebut, juga dikarenakan materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat dipelajari di kelas IX sesuai Kurikulum 2013, serta tes pemecahan masalah sesuai standar AKM juga dapat dilalui oleh para siswa kelas IX. Sedangkan pemilihan subjek penelitian dari tiga orang guru matematika dan tujuh puluh satu siswa berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tertentu, di antaranya adalah: 1) bersedia secara sukarela menjadi partisipan penelitian, 2) mempunyai kemampuan kognitif yang bervariasi dalam mempelajari matematika (siswa), 3) memiliki latar belakang dan pengalaman belajar yang berbeda-beda, dan 4) memiliki kemampuan digital yang bervariasi.

Berdasarkan informasi yang diperoleh melalui wawancara awal dengan kepala sekolah dan wakil kepala bidang Kurikulum di masing-masing sekolah dari dua sekolah berbeda, maka direkomendasikan tiga orang guru matematika yang menjadi subjek penelitian dengan pengalaman mengajar rata-rata diatas sepuluh tahun di SMP, sehingga dapat dijadikan sebagai partisipan penelitian yang memiliki kemampuan pedagogi yang baik. Ketiga guru tersebut pun memiliki pengalaman mengajar di kelas IX selama beberapa tahun, sehingga memahami konsep matematika dan Kurikulum 2013 yang berlaku saat ini. Wawancarapun dilakukan terhadap ketiga guru matematika yang direkomendasikan, di mana mereka telah mengalami beberapa kali perubahan Kurikulum namun tetap mengkondisikan kelasnya dengan baik mengikuti setiap perubahan yang diminta oleh Kurikulum yang berlaku. Wawancara terhadap ketiganya juga bertujuan untuk mengetahui latar belakang partisipan dalam memahami pedagogi digital dan implementasinya di kelas. Wawancara tersebut bersifat fleksibel tergantung kebutuhan penelitian.

Sementara itu, pemilihan tujuh puluh satu siswa dari tiga kelas dan dua sekolah yang berbeda diperoleh setelah melalui proses wawancara dan pendapat dari guru-guru yang telah mengajar pada kelas tersebut di tahun sebelumnya. Dari hasil wawancara tersebut diperoleh informasi bahwa rata-rata siswa kelas IX tersebut berasal dari kelas-kelas yang memiliki kemampuan dalam mengolah pengalaman belajar dan pemahaman konsep yang berbeda-beda ketika mempelajari matematika. Untuk keperluan observasi awal yang dilakukan terhadap satu kelas penelitian dengan dua puluh enam orang siswa, dilakukan beberapa agenda yaitu pendampingan pengajaran di kelas dan analisis kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa terhadap materi bilangan berpangkat, bentuk akar, serta persamaan kuadrat untuk memperoleh HLT 1 Sedangkan untuk keperluan HLT 2, LT, dan implementasinya dilakukan terhadap dua kelas penelitian sejumlah empat puluh lima siswa didalamnya. Berbagai diskusi dan wawancara dilakukan dengan para siswa untuk mencapai tujuan penelitian, dan hasil analisis terakhir terhadap hasil tes dari implementasi yang dilakukan di dua kelas tersebut diperoleh sepuluh

orang subjek penelitian yang memiliki kemampuan berpikir matematis dan komputasional yang baik.

3.3 Pengembangan Instrumen Penelitian

Untuk menjawab permasalahan penelitian, maka instrumen penelitian yang digunakan berupa 1) lembar observasi penguasaan pedagogi digital; 2) lembar wawancara untuk mengetahui secara mendalam penguasaan pedagogi digital guru matematika, kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa, serta 3) angket respon siswa terhadap pembelajaran berbasis pedagogi digital untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional; 4) lembar tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa kelas IX SMP; serta 5) lembar validasi tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Lembar observasi dan wawancara diisi pada saat fase penelitian pendahuluan atau observasi awal dan implementasi. Untuk lembar angket respon siswa diisi oleh siswa setelah fase implementasi dilaksanakan sehingga peneliti dapat mengetahui desain pembelajaran yang telah disusun memperoleh respon positif atau negatif. Sementara itu lembar tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional disebarakan setelah pembelajaran matematika materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat dilaksanakan. Sedangkan untuk lembar validasi diserahkan kepada ahli setelah instrumen tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional telah tersusun.

Instrumen-instrumen penelitian yang dikembangkan dalam penelitian ini di antaranya adalah,

1. Instrumen observasi penguasaan pedagogi digital, disusun untuk mengetahui kemampuan tiga guru matematika dalam penguasaan tiga dimensi digital yaitu orientasi pedagogi, praktik pedagogi, dan kompetensi pedagogi digital. Untuk penelitian pendahuluan di fase observasi awal dan implementasi, lembar ini digunakan untuk mengetahui dan menganalisis kemampuan pedagogi digital dari guru matematika kelas IX yang menjadi subjek penelitian, di mana selama mereka di periode penelitian menggunakan bantuan media teknologi, ditambah

pada saat fase implementasi berbantuan LMS yang menyediakan keperluan guru dan siswa selama belajar di luar kelas pada materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat.

2. Instrumen wawancara, disusun untuk menjadi penguat dalam menganalisis kemampuan pedagogi digital, BM, dan komputasional selama periode penelitian. Pada fase penelitian pendahuluan, wawancara dilakukan pada guru dan siswa mengenai ketiga kemampuan tersebut selama mereka belajar matematika, sementara itu pada fase implementasi LT lebih berfokus pada kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa. Instrumen wawancara ini telah mengalami proses penyusunan dan pengeditan setelah beberapa kali revisi yang merupakan hasil dari diskusi dengan para ahli bahasa. Wawancara ini memiliki porsi penting untuk menunjang hasil analisis dari beberapa instrumen lainnya, karena merupakan bentuk pernyataan-pernyataan langsung dari subjek penelitian.
3. Instrumen angket respon, ditujukan kepada siswa setelah serangkaian kegiatan pembelajaran berbasis pedagogi digital untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional telah dilaksanakan. Siswa yang mengikuti proses kegiatan belajar-mengajar tersebut merupakan partisipan penelitian yang berada di fase implementasi LT, di mana mereka yang berada di dua kelas penelitian tersebut telah mengalami perlakuan dengan melaksanakan pembelajaran melalui modul, latihan-latihan soal, evaluasi, aplikasi media ajar digital (*Scratch*, *Geogebra*, dan *Microsoft Excel*), dan berbantuan *platform* pembelajaran berbasis *moodle* yang telah mengalami pengembangan sesuai dengan komponen-komponen dari kemampuan berpikir matematis dan komputasional.
4. Instrumen tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa kelas IX SMP, menggunakan standar AKM (Asesmen Kompetensi Minimum) yang memfokuskan pada kemampuan penyelesaian permasalahan matematika kompleks dengan tipe soal non rutin bentuk uraian dengan tujuan untuk mengetahui hasil belajar siswa setelah penerapan pembelajaran berbasis

pedagogi digital untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional, namun masih dibatasi pada tiga sub bahasan materi yaitu bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat. Pembatasan pada tiga materi matematika ini tetap membuat soal-soal yang disusun berprinsip pada pemahaman konsep-konsep yang tidak dapat langsung siswa kerjakan begitu membaca soal namun harus dipahami dulu mkasud soal sehingga solusinya harus menggunakan penyelesaian dari materi yang mana. Tes yang digunakan terdiri dari delapan soal bentuk uraian dengan masing-masing butir soal mewakili dari masing-masing komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Susunan soal-soal tersebut merupakan hasil pengembangan dari beberapa soal PISA dan AKM yang mencerminkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa. Sebelum perangkat tes berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional disebar kepada siswa, terlebih dulu dilakukan penelaahan instrumen pendukung dan uji coba,

- a). Kelengkapan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dari tiga materi matematika yaitu bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat dari 16 kali pertemuan.
- b). Kelengkapan kisi-kisi soal tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional untuk siswa kelas IX.
- c). Kelengkapan kunci jawaban dan pedoman penskoran untuk soal tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional untuk siswa kelas IX.
- d). Melaksanakan validasi ahli yang diserahkan kepada dua Guru Besar pakar di bidang Pendidikan Matematika serta dua orang Guru Senior yang telah memiliki pengalaman sebagai Guru Penggerak, Wakil Kepala Sekolah Bidang Kurikulum, dan Koordinator Penanggung Jawab Pelaksanaan AKM di SMP.
- e). Melaksanakan uji coba terbatas pada siswa pada lokasi SMP di observasi awal.
- f). Melaksanakan berbagai revisi hasil masukan baik dari pakar, guru matematika, maupun siswa.

Instrumen tes ini sebelum disebar kepada para siswa yang telah mendapat perlakuan dalam pembelajaran, terlebih dulu dilakukan validasi oleh para pakar untuk menguji layak atau tidaknya instrumen tes tersebut digunakan, dan untuk mengukur aspek-aspek yang ditetapkan ditinjau dari kejelasan tujuan pengukuran yang dirumuskan, kesesuaian butir-butir pertanyaan untuk setiap aspek, penggunaan bahasa, dan kejelasan petunjuk penggunaan instrumen. Kegiatan validasi ini dilakukan dengan memberikan satu paket instrumen tes berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional, serta lembar validasi pada para ahli dan para praktisi. Para ahli yang bertindak sebagai validator adalah Guru Besar di lingkup pendidikan tinggi pada bidang studi matematika dan utamanya berpengalaman dalam pengembangan berbagai instrumen pendukung pembelajaran matematika, serta para guru matematika berpengalaman sebagai praktisi. Saran dari pakar dan praktisi tersebut digunakan sebagai landasan penyempurnaan atau revisi instrumen tes. Kegiatan yang dilakukan pada saat melakukan validasi instrumen tes adalah sebagai berikut,

1. Meminta pertimbangan ahli dan praktisi tentang kelayakan instrumen tes yang telah disusun. Untuk kegiatan ini diperlukan instrumen berupa lembar perangkat soal-soal tes dan lembar validasi yang diserahkan kepada validator.
2. Melakukan analisis terhadap hasil validasi dari validator. Jika hasil analisis menunjukkan:
 - (a) Valid tanpa revisi, maka kegiatan selanjutnya adalah uji coba lapangan.
 - (b) Valid dengan sedikit revisi, maka kegiatan selanjutnya adalah merevisi terlebih dahulu, kemudian langsung uji coba lapangan.
 - (c) Tidak valid, maka dilakukan revisi sehingga diperoleh prototipe baru. Kemudian kembali pada kegiatan (1), yaitu meminta pertimbangan para ahli dan praktisi. Disini ada kemungkinan terjadi siklus (kegiatan validasi secara berulang) untuk mendapatkan instrumen yang valid.

Pada kegiatan ini akan diperoleh produk berupa instrumen tes yang valid.

3.4 Prosedur Penelitian

Terdapat tiga fase dalam penelitian desain ini dengan fokus masing-masing yang memiliki peranan penting. Ketiga fase tersebut adalah,

3.4.1 Fase 1: Tahap Persiapan dan Desain

Pada fase ini, dilakukan kajian literatur dan perumusan *Hypothetical Learning Trajectory* (HLT) yang terdiri dari tiga komponen yaitu tujuan pembelajaran, kegiatan pembelajaran, dan proses pembelajaran yang mengantisipasi bagaimana pemikiran siswa akan berkembang untuk kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Untuk menghasilkan HLT digunakan literatur dari berbagai penelitian terdahulu disertai pustaka pendukung, pengalaman sehari-hari, dan diskusi antara peneliti dengan guru kelas IX yang berpengalaman. HLT ini digunakan pada penelitian pendahuluan dengan tujuan untuk menjawab keperluan pentingnya mendesain sebuah pembelajaran berbasis pedagogi digital untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional.

3.4.1.1 Observasi Awal

Observasi awal terhadap kemampuan pedagogi digital guru matematika serta kesulitan mereka menghadapi perkembangan teknologi yang harus diintegrasikan dalam pembelajaran di kelas. Observasi awal ini dilakukan melalui pertemuan-pertemuan, pengecekan instrumen berbasis teknologi yang mereka gunakan untuk pembelajaran, dan pengalaman guru dalam menggunakan perangkat teknologi dalam pembelajaran. Observasi tersebut dilakukan pada beberapa pertemuan dengan mempertimbangkan tiga aspek pedagogi digital yaitu orientasi pedagogi, praktik pedagogi, dan kompetensi pedagogi. Pada setiap akhir observasi dilakukan wawancara terstruktur untuk mengetahui penguasaan pedagogi digital guru matematika. Untuk menguatkan hasil observasi, diambil beberapa dokumentasi yang dapat membantu dalam menyimpulkan penguasaan pedagogi digital guru.

Selain itu observasi juga dilakukan untuk mengetahui kemampuan matematis dan komputasional siswa kelas IX, serta kesulitan-kesulitan belajar yang mereka temui selama mempelajari materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan

persamaan kuadrat. Untuk menguatkan hasil observasi ini dilakukan pengumpulan dokumentasi yang membantu dalam pengumpulan bukti dan penulisan kesimpulan-kesimpulan awal dari desain pendahuluan. Selama periode penelitian penelitian pendahuluan, siswa hanya diminta untuk menyelesaikan latihan soal-soal berbentuk uraian yang bertujuan untuk mengetahui tingkat penguasaan kemampuan berpikir matematis dan komputasional tanpa intervensi eksternal baik dari guru atau peneliti. Tidak ada pula diskusi di antara siswa. Singkatnya, siswa diminta untuk memecahkan masalah secara individu. Setelah uji coba, dilakukan wawancara terhadap siswa tentang proses berpikir mereka dalam memecahkan masalah, kemudian dihubungkan dengan kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Oleh karena itu, dari fase kesatu ini diperoleh data hasil tes pendahuluan, observasi, dan wawancara. Berikut pada Tabel 1 diperlihatkan garis besar agenda kegiatan yang dilaksanakan selama 16 kali pertemuan untuk pembagian tiga materi pembelajaran di kelas IX yaitu bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat.

Tabel 3.1
Kegiatan Belajar Mengajar Mata Pelajaran Matematika di Kelas IX.F
untuk Penelitian Pendahuluan

| Pertemuan ke- | Materi | Kegiatan Penelitian |
|---------------|---|---|
| 1-5 | Bilangan berpangkat | <p>a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi bilangan berpangkat bulat positif dan operasi aritmatika dasar pada bilangan berpangkat, cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal, dan mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS secara bergantian di depan kelas.</p> <p>b). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bilangan berpangkat</p> |
| 6-8 | Bentuk akar | <p>a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi pengertian dan merasionalkan bentuk akar, cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal dan mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS secara bergantian di depan kelas.</p> <p>b). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bentuk akar.</p> |
| 9-10 | Bilangan Berpangkat dan Bentuk Akar | a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA untuk materi bilangan berpangkat dan bentuk akar secara mandiri sebagai bentuk evaluasi dari materi bilangan berpangkat dan bentuk akar |
| 11-14 | Persamaan Kuadrat | <p>b). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi pengertian persamaan kuadrat dan menentukan akar-akar persamaan kuadrat, cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal dan mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS secara bergantian di depan kelas.</p> <p>c). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bentuk akar.</p> |
| 15-16 | Bilangan Berpangkat, Bentuk Akar, dan Persamaan Kuadrat | <p>a). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional.</p> <p>b). Siswa melaksanakan ujian berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional berbentuk uraian. Ujian tulis tersebut terdiri dari 8 soal non rutin dengan merujuk pada soal-soal tipe AKM dan PISA.</p> |

Untuk memperjelas Tabel 3.1 mengenai kegiatan belajar mengajar mata pelajaran matematika materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat di kelas IX.F pada penelitian pendahuluan, maka berikut diuraikan secara detail kegiatan yang dimaksud di antaranya yaitu,

1. Pertemuan ke-1, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
 - a). menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi bilangan berpangkat bulat positif dan operasi aritmatika dasar pada bilangan berpangkat.
 - b). peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa) secara bergantian di depan kelas.
2. Pertemuan ke-2, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
 - a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi operasi aritmatika dasar pada bilangan berpangkat dan sifat perpangkatan bilangan berpangkat.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa) secara bergantian di depan kelas.
3. Pertemuan ke-3, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:

- a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi sifat perpangkatan bilangan berpangkat serta bilangan berpangkat negatif dan nol.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa) secara bergantian di depan kelas.
4. Pertemuan ke-4, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
- a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi sifat perpangkatan bilangan berpangkat serta bilangan berpangkat negatif dan nol.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa) secara bergantian di depan kelas.
5. Pertemuan ke-5, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bilangan berpangkat.
 - b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan menyempatkan untuk bertanya cara mereka mengerjakan soal-soal tersebut dan disesuaikan dengan komponen-komponen kemampuan

berpikir matematis dan komputasional serta proses keduanya yang mereka terapkan.

6. Pertemuan ke-6, pemahaman materi bentuk akar, kegiatannya antara lain:
 - a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi pengertian dan merasionalkan bentuk akar.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa) secara bergantian di depan kelas.
7. Pertemuan ke-7, pemahaman materi bentuk akar, kegiatannya antara lain:
 - a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi merasionalkan bentuk akar.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa) secara bergantian di depan kelas.
8. Pertemuan ke-8, pemahaman materi bentuk akar, kegiatannya antara lain:
 - a). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bentuk akar.
 - b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan menyempatkan untuk bertanya cara mereka mengerjakan soal-soal tersebut dan disesuaikan dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional serta proses keduanya yang mereka terapkan.

9. Pertemuan ke-9, pemahaman materi bilangan berpangkat dan bentuk akar, kegiatannya antara lain:
 - a). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bilangan berpangkat dan bentuk akar,
 - b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan menyempatkan untuk bertanya cara mereka mengerjakan soal-soal tersebut dan disesuaikan dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional serta proses keduanya yang mereka terapkan.
10. Pertemuan ke-10, pemahaman materi bilangan berpangkat dan bentuk akar, kegiatannya antara lain:
 - a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA untuk materi bilangan berpangkat dan bentuk akar secara mandiri sebagai bentuk evaluasi dari materi bilangan berpangkat dan bentuk akar.
 - b). Siswa langsung diarahkan oleh guru matematika untuk mengerjakan soal-soal evaluasi tersebut dalam waktu 2 x 40 menit.
 - c). Siswa duduk dengan tertib di mana masing-masing dari mereka memperoleh satu lembaran soal dan lembar jawabnya.
11. Pertemuan ke-11, pemahaman materi persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
 - a). Siswa menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi pengertian persamaan kuadrat dan menentukan akar-akar persamaan kuadrat (metode pemfaktoran).
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa) secara bergantian di depan kelas.

12. Pertemuan ke-12, pemahaman materi persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
 - a). Siswa menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi menentukan akar-akar persamaan kuadrat (metode pemfaktoran, metode kuadrat sempurna, dan metode rumus kuadrat).
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa) secara bergantian di depan kelas.
13. Pertemuan ke-13, pemahaman materi persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
 - a). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bilangan berpangkat dan bentuk akar,
 - b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan menyempatkan untuk bertanya cara mereka mengerjakan soal-soal tersebut dan disesuaikan dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional serta proses keduanya yang mereka terapkan.
14. Pertemuan ke-14, pemahaman materi persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
 - a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA untuk materi persamaan kuadrat dan bentuk akar secara mandiri sebagai bentuk evaluasi dari materi bilangan berpangkat dan bentuk akar
 - b). Siswa langsung diarahkan oleh guru matematika untuk mengerjakan soal-soal evaluasi tersebut dalam waktu 2 x 40 menit.
 - c). Siswa duduk dengan tertib di mana masing-masing dari mereka memperoleh satu lembaran soal dan lembar jawabnya.

15. Pertemuan ke-15, pemahaman materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
 - a). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat.
 - b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan menyempatkan untuk bertanya cara mereka mengerjakan soal-soal tersebut dan disesuaikan dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional serta proses keduanya yang mereka terapkan. Peneliti juga memperhatikan kesulitan-kesulitan yang dialami siswa selama proses penentuan solusi permasalahan yang mereka temui.
16. Pertemuan ke-16, pemahaman materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
 - a). Siswa melaksanakan ujian berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional berbentuk uraian untuk tiga materi matematika yang telah dipelajari (bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat). Ujian tulis tersebut terdiri dari 8 soal non rutin dengan merujuk pada soal-soal tipe AKM dan PISA.
 - b). Siswa melaksanakan ujian tanpa menggunakan bantuan komputer karena yang akan dianalisis adalah kemampuan siswa dalam melakukan pemecahan masalah kompleks dengan kemampuan kognitif masing-masing sesuai dengan komponen dari kemampuan berpikir matematis dan komputasional.

3.4.1.2 Penyusunan Desain Pembelajaran Berbasis Pedagogi Digital (Penyusunan HLT 1)

Keseluruhan data yang diterima pada fase 1 ini dianalisis untuk menjawab kemampuan guru dalam menguasai pedagogi digital, serta kemampuan siswa dalam memproses kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Hasil dari data-data yang diperoleh tersebut kemudian digunakan untuk menyusun sebuah desain pembelajaran berbasis pedagogi digital untuk mengembangkan kemampuan

berpikir matematis dan komputasional siswa kelas IX berdasarkan HLT 1. Berdasarkan analisis hasil penelitian pendahuluan, dilakukan revisi HLT 1.

3.4.2 Fase 2: Eksperimen Pengajaran

Pada fase kedua, sebelum dilakukan implementasi secara terbatas, terlebih dahulu dilaksanakan FGD (*Forum Group Discussion*) dengan guru-guru matematika dan siswa-siswa sebagai calon pengguna media ajar berbasis teknologi (aplikasi *Scratch*, *Geogebra*, dan *Microsoft Excel*) serta *platform* pembelajaran digital berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa. FGD ini dilaksanakan untuk memperoleh masukan berupa saran-saran dan komentar-komentar dari peserta FGD. FGD dilaksanakan secara *hybrid*, dengan peserta guru-guru matematika dilaksanakan secara tatap muka luring, sedangkan siswa-siswa yang terpilih secara acak dilaksanakan secara daring. Perbedaan ini dilakukan agar tidak mengganggu proses belajar mengajar siswa di kelas. Untuk pelaksanaan FGD bagi guru-guru mencari waktu di mana satu hari bersamaan guru-guru matematika tidak ada jam mengajar. Sedangkan untuk siswa dicari waktu setelah jam siswa di sekolah selesai dilaksanakan dan tidak ada kegiatan tambahan lainnya di sekolah.

FGD dilaksanakan selama satu hari, yaitu pada hari Rabu di mana pada hari tersebut guru-guru mata pelajaran Matematika biasanya melaksanakan kegiatan MGMP (Musyawarah Guru Mata Pelajaran), sehingga semua guru-guru mata pelajaran tersebut tidak diberikan jadwal mengajar. Berhubung pada hari Rabu yang diadakan agenda FGD, terjadwal kegiatan MGMP dilaksanakan di masing-masing sekolah, sehingga tidak mengganggu jadwal kegiatan rutin mereka dan memberikan tema kegiatan yang juga dapat bermanfaat untuk perkembangan kegiatan belajar mengajar di kelas, terutama yang berhubungan dengan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa. Agenda pertama dengan guru-guru matematika tersebut bertujuan untuk memperoleh informasi dan saran seputar pedagogi digital dan penyusunan instrumen berbantuan media digital agar sesuai dengan tuntutan Kurikulum 2013 dan persiapan menuju Kurikulum Merdeka untuk kelas VIII dan IX, di mana tahun 2022 ini telah diimplementasikan hanya di kelas VII saja. Sementara itu untuk FGD dengan para siswa kelas IX dilaksanakan secara

daring dengan menggunakan fasilitas zoom di kediaman mereka masing-masing pada hari Sabtu, di mana siswa tidak terikat kegiatan belajar di kelas. Kegiatan daring ini diikuti oleh sekitar 20 orang siswa yang diambil secara acak kemampuan kognitifnya namun mewakili untuk tiap tingkatan rendah, sedang, dan tinggi. Hasil dari FGD juga berupa kritik, saran, dan komentar mengenai instrumen-instrumen pembelajaran yang telah peneliti susun berupa modul ajar materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat serta tes tertulis berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional.

Berdasarkan HLT 1 dan hasil analisis dari FGD yang telah dilaksanakan sebelumnya, maka peneliti mulai menyusun modul pembelajaran berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional, soal-soal evaluasi (tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional), serta rancangan pembelajaran yang telah disesuaikan dengan Kurikulum 2013 berbantuan media ajar digital yang telah dijelaskan pada uraian sebelumnya. Berikutnya adalah tahap validasi untuk instrumen tes berbasis kemampuan kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Validasi ini dilakukan kepada empat orang ahli untuk mendapat kelegalan dari instrumen tes tersebut karena memiliki point penting dalam mengukur kemampuan siswa di akhir penelitian. Sementara itu sebenarnya hasil dari FGD dengan guru-guru matematika dan para siswa juga telah memberikan banyak kritik saran agar instrumen-instrumen yang digunakan dalam pembelajaran yaitu modul dan tes berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional dapat diterima, layak, dan sesuai dengan perkembangan di lapangan.

Sebuah desain pembelajaran daring tersusun sebagai upaya menambah pengetahuan dan pengalaman siswa dalam mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional mereka ditampilkan dalam bentuk *platform* pembelajaran sederhana yang didesain khusus untuk kemampuan berpikir matematis dan komputasional yang beralamat di <https://mathfunwithct.com/> dan khusus untuk login ke dalam kelas pembelajaran melalui link <https://mathfunwithct.com/class/login/index.php>. *Platform* berbasis *moodle* tersebut menyediakan kebutuhan siswa yang memerlukan akses untuk belajar

materi-materi matematika, yang saat ini masih terbatas untuk materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat bagi kelas IX dengan kemudahan dalam penggunaannya. Siswa dapat mengunduh modul ajar, mengakses forum diskusi untuk kemudahan berkomunikasi dengan guru, dan latihan-latihan soal interaktif sehingga belajar tidak terikat waktu dan ruang. Penyediaan *platform* pembelajaran ini bertujuan untuk memudahkan siswa belajar materi-materi matematika diluar kelas untuk memperdalam pemahaman konsep-konsep dari ketiga materi tersebut dan mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa melalui perbanyak berlatih soal-soal interaktif berbentuk soal rutin dan nonrutin tipe AMK dan PISA. Untuk keperluan penelitian ini, desain *platform* pembelajaran yang telah disusun hanya dapat diakses bagi siswa dan guru yang memiliki akun (*username* dan *password*) pribadi yang diberikan oleh peneliti.

Kegiatan pembelajaran kemudian berlanjut pada fase implementasi secara terbatas, sesuai dengan desain yang telah disusun. Pemberlakuan kegiatan instruksional yang sebenarnya di dalam kelas memungkinkan untuk menyelidiki apakah terjadi perkembangan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa dilihat dari proses kognitif mereka sesuai dengan yang diantisipasi. Wawasan dan pengalaman yang diperoleh dalam percobaan ini membentuk dasar untuk desain atau modifikasi HLT 1 menjadi kegiatan instruksional berikutnya dan untuk kesimpulan baru tentang perkembangan kemampuan berpikir matematis dan komputasional apa yang diharapkan dari siswa. Eksperimen mengajar berlangsung pada periode penelitian kedua disertai dengan media pembelajaran berbasis teknologi untuk membantu proses perkembangan kemampuan komputasional siswa. Pada bagian ini HLT 2 akan disusun dan melakukan kembali berbagai revisi-revisi jika diperlukan. Pada periode ini dilakukan eksperimen mengajar dua kelas siswa Sekolah Menengah Pertama kelas IX sebagai subjek penelitian. Kelas yang akan digunakan yaitu dua kelas eksperimen, dengan kejelasan bahwa kelas tersebut tidak sama dengan kelas pada observasi awal.

Tujuan dari fase kedua ini adalah untuk mendapatkan jawaban yang lebih baik atas jawaban pertanyaan penelitian pada periode penelitian yang terdapat

secara implisit di fase 1. Di sini, siswa akan diminta untuk memecahkan masalah matematis dan komputasional di bawah bimbingan guru dalam pembelajaran di kelas. Eksperimen mengajar terdiri dari 16 kali pertemuan. Dalam setiap pertemuan memerlukan waktu 2 x 40 menit, di mana siswa akan memecahkan dua soal uraian pada setiap pertemuannya. Setelah pembelajaran selesai dilaksanakan, akan dipilih dua siswa untuk wawancara berdasarkan lembar kerja yang mereka telah kerjakan untuk mengetahui proses kemampuan berpikir matematis dan komputasional mereka. Sebelum eksperimen mengajar, peneliti akan berdiskusi dengan guru matematika kelas tentang rencana pelaksanaan eksperimen mengajar. Diskusi juga akan dilakukan sebelum kegiatan belajar-mengajar dimulai pada setiap pelajaran selama 10-15 menit. Guru yang terlibat dalam penelitian ini adalah guru kelas subjek penelitian, yaitu guru kelas IX.D dan IX.E sebanyak dua orang.

Dengan pengalaman mengajar yang guru miliki, peneliti berharap beliau telah memahami bagaimana menerapkan pembelajaran matematika menggunakan kemampuan pedagogi digital untuk memperlihatkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa yang akan digunakan dalam penelitian ini. Selama percobaan mengajar, dalam setiap pelajaran, setiap siswa nantinya diberikan lembar kerja. Ada seorang pengamat yang akan membantu mengumpulkan dokumentasi. Peneliti akan selalu ada di dalam kelas untuk membantu guru selama pembelajaran berlangsung, mendokumentasikan momen-momen penting selama situasi belajar-mengajar, dan mencatat semua kegiatan untuk terkumpulnya kelengkapan data penelitian. Diskusi lanjutan setelah kegiatan belajar-mengajar juga diagendakan untuk mengevaluasi tujuan dari setiap pertemuan pembelajaran dengan siswa dan kelengkapan instrumen desain pembelajaran dengan guru. Pada setiap pertemuan pembelajaran, dilakukan diskusi dengan guru agar instruksi yang diberikan pada siswa jelas dan terfokus pada penyelesaian permasalahan matematis siswa.

Pada kegiatan awal pembelajaran, guru menyampaikan tujuan pembelajaran, penjelasan singkat terkait materi yang akan dipelajari, dan instruksi jelas mengenai apa saja yang harus dikerjakan siswa selama proses belajar-

mengajar terjadi. Guru menyampaikan bahwa siswa akan belajar mandiri terlebih dulu dengan lembar kerja masing-masing, dengan tujuan agar siswa memahami konteks masalah yang akan dihadapi. Selain itu bertujuan juga untuk memancing siswa menggunakan strategi sendiri dalam memecahkan masalah materi peluang. Kemudian, setelah pemahaman secara individu diperoleh, siswa akan bekerja dalam kelompok menggunakan bantuan media berbasis teknologi. Penggunaan media ini bertujuan untuk melihat perkembangan dari proses BK. Selanjutnya siswa berdiskusi dan berbagi strategi satu sama lain. Hal ini untuk mengembangkan pemahaman yang sama dalam mencerminkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional.

Untuk fase kedua, data yang terkumpul berupa dokumentasi pembelajaran, data wawancara respon siswa, dan data observasi. Kumpulan data tersebut kemudian dianalisis untuk keperluan fase analisis restropektif. Berikut pada Tabel 2 diperlihatkan kegiatan pembelajaran yang dilakukan selama periode penelitian di Fase 2.

Tabel 3.2
Kegiatan Belajar Mengajar Mata Pelajaran Matematika
di Kelas IX.D dan IX.E untuk Fase 2 Eksperimen Pengajaran

| Pertemuan ke- | Materi | Kegiatan Penelitian |
|---------------|---|---|
| 1-5 | Bilangan berpangkat | <p>a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi bilangan berpangkat bulat positif dan operasi aritmatika dasar pada bilangan berpangkat, cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan cara diskusi kelompok, dan mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS secara bergantian.</p> <p>b). Peneliti dan guru mendampingi siswa dalam mengoperasikan aplikasi <i>Scratch</i></p> |
| 6-8 | Bentuk akar | <p>a). Menyimak dan melakukan observasi pembelajaran matematika untuk sub materi pengertian dan merasionalkan bentuk akar, cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan cara diskusi kelompok, dan mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS secara bergantian.</p> |
| 9-10 | Bilangan Berpangkat dan Bentuk Akar | <p>a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA secara mandiri sebagai bentuk evaluasi dari materi bilangan berpangkat dan bentuk akar.</p> |
| 11-14 | Persamaan Kuadrat | <p>a). Menyimak dan melakukan observasi untuk sub materi pengertian persamaan kuadrat dan menentukan akar-akar persamaan kuadrat, cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan cara diskusi kelompok, dan mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS secara bergantian.</p> <p>b). Peneliti dan guru mendampingi siswa dalam mengoperasikan aplikasi <i>Microsoft Excel</i>.</p> |
| 15-16 | Bilangan Berpangkat, Bentuk Akar, dan Persamaan Kuadrat | <p>a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA menggunakan bantuan aplikasi <i>Geogebra</i> di laboratorium komputer sekolah.</p> <p>b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional.</p> <p>c). Siswa melaksanakan ujian berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional berbentuk uraian. Ujian tulis tersebut terdiri dari 8 soal non rutin dengan merujuk pada soal-soal tipe AKM dan PISA.</p> |

Pada Tabel 3.2 terlihat pada saat bekerja dalam kelompok, guru akan mengamati siswa dari satu kelompok ke kelompok lainnya. Guru memberikan bimbingan kepada siswa baik dalam memecahkan kesulitan atau dalam menemukan kembali strategi pemecahan masalah. Kemudian setelah diskusi kelompok, guru membimbing siswa untuk melanjutkan ke diskusi kelas. Di sini guru kemudian akan memilih beberapa siswa perwakilan kelompok untuk mempresentasikan jawaban mereka di depan kelas. Hasil dari presentasi siswa didiskusikan bersama. Untuk memperjelas Tabel 3.2 mengenai kegiatan belajar mengajar mata pelajaran matematika materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat di kelas IX.D dan IX.E pada fase eksperimen pengajaran, maka berikut diuraikan secara detail kegiatan yang dimaksud di antaranya yaitu,

1. Pertemuan ke-1, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
 - a). Peneliti menyimak, melakukan observasi, dan mendampingi guru dalam melaksanakan pembelajaran matematika untuk sub materi bilangan berpangkat bulat positif dan operasi aritmatika dasar pada bilangan berpangkat.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Siswa diarahkan untuk membentuk kelompok-kelompok diskusi. Kemudian membagikan LKS untuk dikerjakan masing-masing kelompok.
 - d). Siswa diminta untuk mempresentasikan hasil jawaban dari soal-soal latihan yang terdapat di dalam LKS secara bergantian dari masing-masing perwakilan kelompok yang bertanggung jawab untuk membahas poin-poin tertentu, karena masing-masing kelompok berbeda pembahasan di depan kelas.
 - e). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa).

- f). Peneliti menyimak diskusi antar siswa serta antara siswa dan guru ketika muncul permasalahan yang tidak dipahami, serta mencatat perubahan aktivitas yang terjadi.
 - g). Guru menyampaikan pada siswa bahwa mereka dapat pula mempelajari materi bilangan berpangkat melalui platform pembelajaran “*mathfunwithct*” di rumah atau lebih tepatnya saat diluar kelas. Peneliti dibantu guru membagikan akun platform kepada masing-masing siswa yang berjumlah 45 orang.
2. Pertemuan ke-2, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak, melakukan observasi, dan mendampingi guru dalam melaksanakan pembelajaran matematika untuk sub materi operasi aritmatika dasar pada bilangan berpangkat dan sifat perpangkatan bilangan berpangkat.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Siswa diarahkan untuk membentuk kelompok-kelompok diskusi. Kemudian membagikan LKS untuk dikerjakan masing-masing kelompok.
 - d). Siswa diminta untuk mempresentasikan hasil jawaban dari soal-soal latihan yang terdapat di dalam LKS secara bergantian dari masing-masing perwakilan kelompok yang bertanggung jawab untuk membahas poin-poin tertentu, karena masing-masing kelompok berbeda pembahasan di depan kelas.
 - e). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa).
 - f). Peneliti menyimak diskusi antar siswa serta antara siswa dan guru ketika muncul permasalahan yang tidak dipahami.

- g). Guru menyampaikan pada siswa bahwa mereka dapat pula mempelajari materi bilangan berpangkat melalui platform pembelajaran “mathfunwithct” di rumah atau lebih tepatnya saat diluar kelas.
3. Pertemuan ke-3, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak, melakukan observasi, dan mendampingi guru dalam melaksanakan pembelajaran matematika untuk sub materi sifat perpangkatan bilangan berpangkat serta bilangan berpangkat negatif dan nol.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Siswa diarahkan untuk membentuk kelompok-kelompok diskusi. Kemudian membagikan LKS untuk dikerjakan masing-masing kelompok.
 - d). Siswa diminta untuk mempresentasikan hasil jawaban dari soal-soal latihan yang terdapat di dalam LKS secara bergantian dari masing-masing perwakilan kelompok yang bertanggung jawab untuk membahas poin-poin tertentu, karena masing-masing kelompok berbeda pembahasan di depan kelas.
 - e). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa).
 - f). Peneliti menyimak diskusi antar siswa serta antara siswa dan guru ketika muncul permasalahan yang tidak dipahami.
4. Pertemuan ke-4, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak, melakukan observasi, dan mendampingi guru dalam melaksanakan pembelajaran matematika untuk sub materi sifat perpangkatan bilangan berpangkat serta bilangan berpangkat negatif dan nol.

- b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Siswa diarahkan untuk membentuk kelompok-kelompok diskusi. Kemudian membagikan LKS untuk dikerjakan masing-masing kelompok.
 - d). Siswa diminta untuk mempresentasikan hasil jawaban dari soal-soal latihan yang terdapat di dalam LKS secara bergantian dari masing-masing perwakilan kelompok yang bertanggung jawab untuk membahas poin-poin tertentu, karena masing-masing kelompok berbeda pembahasannya di depan kelas.
 - e). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa).
 - f). Peneliti menyimak diskusi antar siswa serta antara siswa dan guru ketika muncul permasalahan yang tidak dipahami, serta mencatat perubahan aktivitas yang terjadi.
5. Pertemuan ke-5, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:
- a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA untuk materi bilangan berpangkat dengan menggunakan bantuan aplikasi Scratch di laboratorium komputer sekolah.
 - b). Peneliti dan guru mendampingi siswa dalam mengoperasikan aplikasi *Scratch*.
 - c). Siswa langsung diarahkan oleh guru matematika untuk memulai pembelajaran langsung di lab komputer.
 - d). Siswa duduk dengan tertib di mana masing-masing dari mereka memperoleh satu komputer untuk difungsikan..
6. Pertemuan ke-6, pemahaman materi bilangan berpangkat, kegiatannya antara lain:

- a). Peneliti menyimak, melakukan observasi, dan mendampingi guru dalam melaksanakan pembelajaran matematika untuk sub materi pengertian dan merasionalkan bentuk akar.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Siswa diarahkan untuk membentuk kelompok-kelompok diskusi. Kemudian membagikan LKS untuk dikerjakan masing-masing kelompok.
 - d). Siswa diminta untuk mempresentasikan hasil jawaban dari soal-soal latihan yang terdapat di dalam LKS secara bergantian dari masing-masing perwakilan kelompok yang bertanggung jawab untuk membahas poin-poin tertentu, karena masing-masing kelompok berbeda pembahasannya di depan kelas.
 - e). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa).
 - f). Peneliti menyimak diskusi antar siswa serta antara siswa dan guru ketika muncul permasalahan yang tidak dipahami.
 - g). Guru menyampaikan pada siswa bahwa mereka dapat pula mempelajari materi bentuk akar melalui platform pembelajaran “mathfunwithct” di rumah atau lebih tepatnya saat diluar kelas.
7. Pertemuan ke-7, pemahaman materi bentuk akar, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak, melakukan observasi, dan mendampingi guru dalam melaksanakan pembelajaran matematika untuk sub materi merasionalkan bentuk akar dan notasi ilmiah.
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).

- c). Siswa diarahkan untuk membentuk kelompok-kelompok diskusi. Kemudian membagikan LKS untuk dikerjakan masing-masing kelompok.
 - d). Siswa diminta untuk mempresentasikan hasil jawaban dari soal-soal latihan yang terdapat di dalam LKS secara bergantian dari masing-masing perwakilan kelompok yang bertanggung jawab untuk membahas poin-poin tertentu, karena masing-masing kelompok berbeda pembahasannya di depan kelas.
 - e). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa).
 - f). Peneliti menyimak diskusi antar siswa serta antara siswa dan guru ketika muncul permasalahan yang tidak dipahami.
8. Pertemuan ke-8, pemahaman materi bentuk akar, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bentuk akar.
 - b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan menyempatkan untuk bertanya cara mereka mengerjakan soal-soal tersebut dan disesuaikan dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional serta proses keduanya yang mereka terapkan, serta mencatat perubahan aktivitas yang terjadi.
9. Pertemuan ke-9, pemahaman materi bilangan berpangkat dan bentuk akar, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi bilangan berpangkat dan bentuk akar,
 - b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan menyempatkan untuk bertanya cara mereka mengerjakan soal-soal tersebut dan disesuaikan dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional serta proses keduanya yang mereka terapkan.
10. Pertemuan ke-10, pemahaman materi bilangan berpangkat dan bentuk akar, kegiatannya antara lain:

- a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA untuk materi bilangan berpangkat dan bentuk akar secara mandiri sebagai bentuk evaluasi dari materi bilangan berpangkat dan bentuk akar.
 - b). Siswa langsung diarahkan oleh guru matematika untuk mengerjakan soal-soal evaluasi tersebut dalam waktu 2 x 40 menit.
 - c). Siswa duduk dengan tertib di mana masing-masing dari mereka memperoleh satu lembaran soal dan lembar jawabnya.
11. Pertemuan ke-11, pemahaman materi persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak, melakukan observasi, dan mendampingi guru dalam melaksanakan pembelajaran matematika untuk sub materi pengertian persamaan kuadrat dan menentukan akar-akar persamaan kuadrat (metode pemfaktoran).
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Siswa diarahkan untuk membentuk kelompok-kelompok diskusi. Kemudian membagikan LKS untuk dikerjakan masing-masing kelompok.
 - d). Siswa diminta untuk mempresentasikan hasil jawaban dari soal-soal latihan yang terdapat di dalam LKS secara bergantian dari masing-masing perwakilan kelompok yang bertanggung jawab untuk membahas poin-poin tertentu, karena masing-masing kelompok berbeda pembahasan di depan kelas.
 - e). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa).
 - f). Peneliti menyimak diskusi antar siswa serta antara siswa dan guru ketika muncul permasalahan yang tidak dipahami.
12. Pertemuan ke-12, pemahaman materi persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:

- a). Peneliti menyimak, melakukan observasi, dan mendampingi guru dalam melaksanakan pembelajaran matematika untuk sub materi menentukan akar-akar persamaan kuadrat (metode pemfaktoran, metode kuadrat sempurna, dan metode rumus kuadrat).
 - b). Peneliti menyimak cara siswa mengerjakan latihan-latihan soal (menyesuaikan cara berpikir siswa ketika mengerjakan soal dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional).
 - c). Siswa diarahkan untuk membentuk kelompok-kelompok diskusi. Kemudian membagikan LKS untuk dikerjakan masing-masing kelompok.
 - d). Siswa diminta untuk mempresentasikan hasil jawaban dari soal-soal latihan yang terdapat di dalam LKS secara bergantian dari masing-masing perwakilan kelompok yang bertanggung jawab untuk membahas poin-poin tertentu, karena masing-masing kelompok berbeda pembahasannya di depan kelas.
 - e). Peneliti menyimak saat siswa mempresentasikan jawaban mereka terhadap pekerjaan yang dilakukan di LKS (Lembar Kerja Siswa).
 - f). Peneliti menyimak diskusi antar siswa serta antara siswa dan guru ketika muncul permasalahan yang tidak dipahami.
13. Pertemuan ke-13, pemahaman materi persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
- a). Peneliti menyimak saat guru melakukan refleksi pembelajaran untuk materi persamaan kuadrat,
 - b). Peneliti menyimak saat siswa mengerjakan latihan-latihan soal dengan menyempatkan untuk bertanya cara mereka mengerjakan soal-soal tersebut dan disesuaikan dengan komponen-komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional serta proses keduanya yang mereka terapkan.
14. Pertemuan ke-14, pemahaman materi persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:

- a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA untuk materi persamaan kuadrat dengan menggunakan bantuan aplikasi Excel di laboratorium komputer sekolah.
 - b). Peneliti dan guru mendampingi siswa dalam mengoperasikan aplikasi Excel.
 - c). Siswa langsung diarahkan oleh guru matematika untuk memulai pembelajaran langsung di lab komputer, duduk dengan tertib di mana masing-masing dari mereka memfungsikan satu komputer.
15. Pertemuan ke-15, pemahaman materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
- a). Siswa mengerjakan soal-soal latihan tipe AKM dan PISA untuk materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat dengan menggunakan bantuan aplikasi *Geogebra* di laboratorium komputer sekolah.
 - b). Peneliti dan guru mendampingi siswa dalam mengoperasikan aplikasi *Geogebra*.
 - c). Siswa langsung diarahkan oleh guru matematika untuk memulai pembelajaran langsung di lab komputer, duduk dengan tertib di mana masing-masing dari mereka memfungsikan satu komputer.
16. Pertemuan ke-16, pemahaman materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat, kegiatannya antara lain:
- a). Siswa melaksanakan ujian berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional berbentuk uraian untuk tiga materi matematika yang telah dipelajari (bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat). Ujian tulis tersebut terdiri dari 8 soal non rutin dengan merujuk pada soal-soal tipe AKM dan PISA (soal-soal ujian tulis telah melalui proses validasi dari ahli).
 - b). Siswa melaksanakan ujian tanpa menggunakan bantuan komputer karena yang akan dianalisis adalah kemampuan siswa dalam melakukan pemecahan masalah kompleks dengan kemampuan kognitif masing-

masing sesuai dengan komponen dari kemampuan berpikir matematis dan komputasional.

Berdasarkan hasil dari setiap analisis yang dilakukan pada setiap pertemuannya, maka peneliti akhirnya akan menentukan sepuluh orang siswa yang akan dianalisis secara mendalam kemampuan berpikir matematis dan komputasionalnya dari keseluruhan subjek penelitian. Hal ini dilakukan agar peneliti mengetahui deksripsi secara lebih detail mengenai kemampuan berpikir matematis dan komputasional dari masing-masing komponennya melalui jawaban siswa berdasarkan hasil tes berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Hasil analisis dan perubahan aktivitas setiap pertemuan yang menjadi bagian dari konteks kegiatan belajar mengajar menjadi dasar untuk penyusunan HLT-2, LIT, dan diakhiri dengan penyusunan desain pembelajaran berbasis pedagogi digital dengan lengkap.

3.4.3 Fase 3: Analisis Restropektif

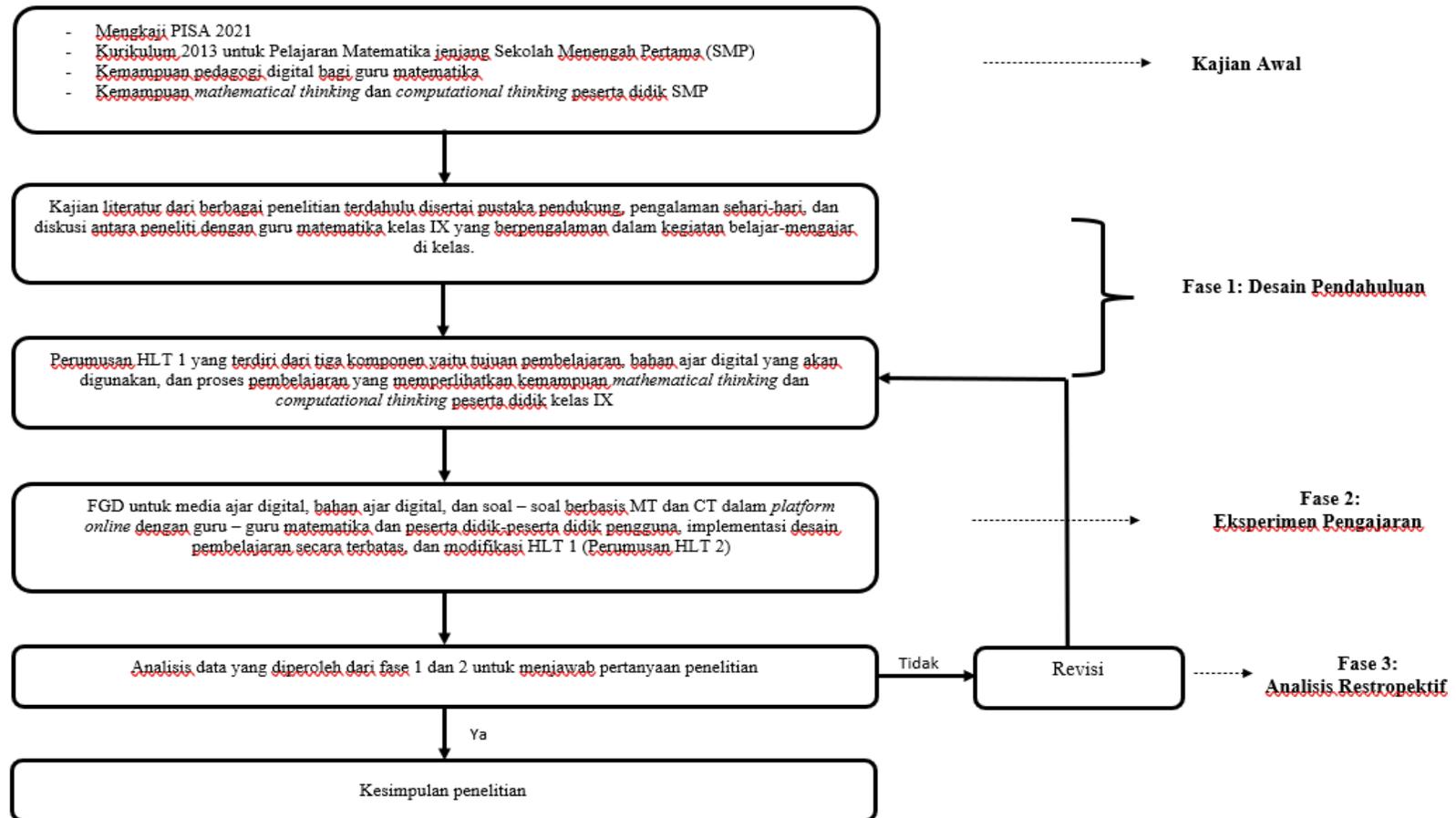
Fase 3 atau fase terakhir pada metode *validation studies* yaitu analisis retrospektif. Pada fase ini, semua data selama penelitian dianalisis untuk menjawab pertanyaan penelitian. Dalam analisisnya, HLT dibandingkan dengan pembelajaran aktual siswa. Atas dasar analisis tersebut, kemudian peneliti dapat menjawab pertanyaan penelitian. Selama analisis retrospektif, HLT berfungsi sebagai pedoman yang menentukan apa yang harus menjadi fokus peneliti dalam melakukan analisis terhadap hasil fase satu dan dua. Analisis hasil fase kesatu, selain untuk menjawab pertanyaan penelitian, juga akan digunakan sebagai alasan yang tepat dalam melakukan revisi HLT 1. Analisis hasil penelitian fase kedua, selain untuk menjawab pertanyaan penelitian, akan digunakan juga untuk menyusun HLT 2 dan LT sebagai desain pembelajaran agar lebih sempurna dari sebelumnya. Analisis interaksi antara HLT yang berkembang dan pengamatan empiris membentuk dasar untuk mengembangkan konsep desain pembelajaran yang baru.

Untuk analisis retrospektif yang cermat, penting untuk melacak perubahan dalam HLT dan pembelajaran siswa, sehingga pada fase ini akan terjawab mengenai perencanaan dalam bentuk hipotesis lintasan belajar yang telah disusun

di awal dan kondisi real di sekolah, serta memperoleh beberapa kali revisi sehingga lintasan belajar menjadi sesuai dengan karakteristik di lapangan. Kondisi ini memberikan berbagai analisis keperluan lapangan yang mendorong kesempatan bagi peneliti memahami lebih dalam mengenai kenyataan yang terjadi di kelas-kelas pembelajaran. Untuk eksperimen pengajaran pada fase 2, peneliti mengumpulkan berbagai data-data yang diperoleh dari setiap pertemuan yang dilakukan selama proses kegiatan belajar mengajar. Pada setiap pertemuan yang dilakukan oleh guru dan siswa, peneliti menganalisis berbagai informasi yang diperlukan menyesuaikan dengan materi matematika yang disampaikan dan agenda kegiatan yang telah disusun sebelumnya.

Setiap pertemuan yang diagendakan selama 16 kali tersebut, peneliti menyusun dugaan-dugaan untuk pembelajaran berikutnya sebagai bentuk revisi yang dilakukan secara kontinu dengan terus melakukan diskusi dengan guru dan siswa melalui wawancara singkat di akhir pembelajaran. Wawancara sebagai bentuk intervensi sederhana kepada subjek penelitian memberikan informasi-informasi tambahan apakah catatan yang diperoleh selama proses pembelajaran memberikan data yang bermanfaat untuk dugaan berikutnya ataukah hanya informasi yang dapat dihapus. Untuk itu harus selalu ada konfirmasi antara data observasi dan dugaan sebelumnya. Observasi pada fase analisis restropektif di setiap pertemuan pembelajaran bertujuan melakukan konfirmasi dan menyusun dugaan baru yang berhubungan dengan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa. Proses penyusunan dugaan dan konfirmasi terus diulangi secara sistematis. HLT yang berisi dugaan-dugaan kegiatan yang dilakukan selama proses pembelajaran berbasis pedagogi digital menjadi pedoman dalam setiap eksperimen pengajaran yang menentukan fokus utama pada saat peneliti melakukan analisis. Perubahan-perubahan yang terjadi selama proses eksperimen lapangan secara kontinu menjadi catatan peneliti untuk melakukan revisi dari dugaan-dugaan kegiatan belajar mengajar.

Kegiatan penelitian yang menghasilkan desain pembelajaran merupakan proses sistematis yang direncanakan dengan berbagai kelengkapan instrumen. Berikut ini gambaran secara operasional kegiatan tahap-tahap pelaksanaan desain pembelajaran berbasis pedagogi digital untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa kelas IX SMP yang disajikan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Alur Tahap-tahap Penelitian Desain Pembelajaran Berbasis Pedagogi Digital untuk Mengembangkan Kemampuan Berpikir Matematis dan Komputasional Siswa SMP

3.5 Teknik Analisis Data

Pada kajian awal, dilakukan analisa terhadap PISA 2021, Kurikulum matematika SMP kelas IX, kemampuan pedagogi digital guru matematika secara umum, dan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa SMP kelas IX. Hasil analisa tersebut digunakan untuk membentuk kategori-kategori awal informasi tentang fenomena yang diteliti dengan memilah-milah data terkait masalah penelitian sebagai standar dalam menyusun instrumen penelitian di fase satu dan dua. Pada kegiatan pendahuluan, pertama, tentang perkembangan teknologi digital yang terintegrasi dengan pembelajaran matematika. Profesionalisme guru untuk mengikuti perkembangan teknologi dalam pembelajaran. Indikator profesionalisme guru untuk mengikuti perkembangan zaman dan kemajuan teknologi menjadi salah satu aspek penting dalam dunia pendidikan khususnya kegiatan belajar-mengajar.

Kedua, mengenai analisa PISA 2021 yang harus memunculkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional dalam pembelajaran siswa kelas IX di kelas. Kedua kemampuan berpikir tersebut menjadi unsur penting yang muncul dari hasil kajian awal. Untuk itu fenomena tersebut harus dimunculkan dan dianalisis secara mendalam karena menjadi unsur penting dalam mendesain pembelajaran untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Ketiga, temuan dari data yang menunjukkan bagaimana siswa SMP kelas IX menguasai KBM dan penjabaran dari konsep berpikir komputasional. Hasil kajian awal ini memperoleh kesimpulan dari penerapan Kurikulum matematika SMP kelas IX, kemampuan pedagogi digital guru matematika secara umum, serta kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa SMP kelas IX.

Tahap berikutnya yaitu fase satu-desain pendahuluan, dari fase kesatu ini diperoleh data hasil tes pendahuluan, observasi, dokumentasi, dan wawancara. Untuk selanjutnya kumpulan data ini akan diposisikan sebagai inti permasalahan yang sedang diteliti. Data hasil tes kemampuan berpikir matematis dan komputasional pada fase ini memberikan informasi mengenai penguasaan awal siswa terhadap kedua kemampuan berpikir tersebut pada materi matematika. Tes

uraian tersebut yang diberikan kepada seluruh siswa sebagai subjek penelitian kemudian dianalisis dari setiap komponen kemampuan berpikir matematis dan komputasional. Hasil analisis ini dijadikan sebagai dasar dalam menyusun instrumen pembelajaran yang akan digunakan dalam desain pembelajaran. Analisa tersebut diperkuat dengan hasil dari wawancara siswa. Sementara itu untuk mengetahui kemampuan pedagogi digital guru matematika digunakan analisa dari dokumentasi pembelajaran, observasi kelas, dan hasil wawancara. Hasil analisa ini disesuaikan dengan tiga kompetensi pedagogi digital yang harus dimiliki guru untuk pada saat mengimplementasikan pembelajaran dengan instrumen berbasis teknologi.

Berdasarkan analisa data dari fase kesatu dan hasil FGD dengan guru-guru matematika dan siswa-siswa yang akan menggunakan bahan ajar digital, kemudian disusun sebuah desain pembelajaran berbasis pedagogi digital guru matematika untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa SMP kelas IX. Implementasi dari desain pembelajaran yang telah disusun ini kemudian diimplementasikan pada fase kedua. Di fase kedua, data yang diperoleh berupa validasi ahli, dokumentasi, data wawancara respon siswa, data observasi kemampuan berpikir matematis dan komputasional, dan hasil belajar siswa pada materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat. Data validasi ahli digunakan sebagai dasar keabsahan atau kelayakan instrumen tes berbasis kemampuan berpikir matematis dan komputasional dalam pembelajaran matematika berbasis pedagogi digital. Sedangkan data observasi dan dokumentasi pembelajaran selama dua belas kali pertemuan untuk keperluan penelitian dapat memberikan informasi berupa perkembangan kognitif siswa kelas IX dalam menyelesaikan berbagai permasalahan matematis yang tingkat kesulitannya lebih tinggi dibandingkan yang biasa mereka temui pada soal-soal yang telah diberikan guru sebelumnya. Untuk hasil wawancara dengan siswa di setiap akhir pertemuan pembelajaran memberikan informasi mengenai respon siswa terhadap instrumen pembelajaran yang digunakan guru. Respon tersebut memberikan gambaran

efektifitas dari desain pembelajaran berbasis digital pedagogi yang telah disusun guru.

Berikut analisis data instrumen implementasi dari desain pembelajaran berbasis pedagogi digital untuk mengembangkan kemampuan berpikir matematis dan komputasional siswa,

a) Analisis Data Respon Siswa

Data respon siswa yang diperoleh melalui angket dianalisis berdasarkan persentase. Persentase tiap respon siswa dihitung dengan cara jumlah respon siswa tiap aspek yang muncul dibagi dengan jumlah seluruh siswa dikalikan 100%, atau dituliskan dalam rumusan berikut,

persentase tiap respon siswa

$$= \frac{\text{jumlah respon siswa tiap aspek yang muncul}}{\text{jumlah siswa}} \times 100 \%$$

Kriteria: Respon siswa dikatakan *positif* jika rata-rata persentase jawaban (respon) untuk kategori sangat tidak setuju, tidak setuju, setuju, dan sangat setuju $\geq 80\%$ (Warli, 2001)

b) Ketuntasan Belajar Siswa

Untuk mengetahui ketuntasan belajar siswa yang dilakukan pertama kali adalah menganalisis rata-rata nilai dari seluruh siswa yang tuntas dalam pembelajaran di kelas. Kemudian berlanjut untuk mengetahui kemampuan berpikir matematis dan komputasional dari setiap siswa yang dikatakan tuntas jika memenuhi syarat ketuntasan klasikal menurut BSNP (2013) adalah apabila sekurangnya 75% siswa mencapai KKM. Berdasarkan hasil diskusi para guru matematika di lokasi penelitian yang dilakukan pada setiap awal semester dengan berbagai faktor yang menjadi pertimbangan mereka, maka disetujui rata-rata nilai untuk materi bilangan berpangkat, bentuk akar, dan persamaan kuadrat adalah 80.

Berlanjut pada fase ketiga, analisis restropektif, pada fase ini data-data yang diperoleh dari fase satu dan dua dianalisa kembali secara detail dan mendalam untuk memperoleh jawaban dari keseluruhan pertanyaan penelitian. Berdasarkan analisa akhir yang berhasil disimpulkan, maka disusunlah revisi desain pembelajaran yang telah disusun sebelumnya pada fase satu.