

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yaitu metode penelitian yang menekankan pada data berbentuk angka-angka dan dianalisis menggunakan metode statistik (Syahrul & Salim, 2012). Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen, karena melibatkan pemberian perlakuan tertentu untuk mengetahui pengaruhnya terhadap variabel yang diteliti (Priyono, 2016).

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen semu (*quasi-experimental design*) dengan tipe *non-equivalent control group design* yang dikombinasikan dengan desain faktorial 2×3 . Desain ini dipilih karena penelitian dilakukan pada kelas yang telah terbentuk sebelumnya (*intact groups*), sehingga tidak memungkinkan penugasan subjek secara acak.

Rancangan *non-equivalent control group design* digunakan untuk membandingkan dua kelompok utama, yaitu: (1) kelas eksperimen, yang diajar menggunakan model *Problem-Based Learning* (PBL) dikombinasikan dengan Flipped Classroom, dan (2) kelas kontrol, yang diajar menggunakan model PBL tanpa Flipped Classroom. Sementara itu, rancangan faktorial 2×3 digunakan untuk menganalisis adanya interaksi antara model pembelajaran (dua level: PBL dikombinasikan dengan Flipped Classroom dan PBL saja) dengan tingkat kemandirian belajar siswa (tiga level: tinggi, sedang, dan rendah) terhadap dua variabel terikat, yaitu kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif matematis. Dengan demikian, desain faktorial ini memungkinkan peneliti tidak hanya melihat pengaruh utama (*main effect*) dari masing-masing variabel

bebas, tetapi juga pengaruh interaksi (*interaction effect*) antara model pembelajaran dan tingkat kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa.

Variabel dalam penelitian ini terdiri atas dua variabel bebas, yaitu model pembelajaran dan tingkat kemandirian belajar, serta dua variabel terikat, yaitu kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif matematis. Model pembelajaran yang digunakan mencakup dua jenis, yakni model Problem-Based Learning (PBL) bermetode Flipped Classroom dan model PBL saja. Tingkat kemandirian belajar dibedakan menjadi tiga kategori, yaitu tinggi, sedang, dan rendah, yang ditentukan berdasarkan hasil angket kemandirian belajar yang diberikan sebelum perlakuan.

Untuk mengukur efektivitas model pembelajaran yang diterapkan, penelitian ini menggunakan beberapa strategi pengendalian, di antaranya: pemberian pre-test untuk mengetahui kemampuan awal siswa dan post-test untuk menilai hasil belajar setelah perlakuan, penggunaan materi dan alokasi waktu pembelajaran yang sama pada kedua kelompok, serta penggunaan instrumen penilaian yang seragam, meliputi tes uraian kemampuan berpikir kritis dan kreatif serta angket kemandirian belajar. Desain ini memungkinkan peneliti untuk membandingkan pengaruh model pembelajaran PBL bermetode Flipped Classroom dengan PBL saja, sekaligus menganalisis interaksi antara model pembelajaran dan tingkat kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa.

Rancangan ini dirancang untuk menguji hipotesis bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kemandirian belajar antara peserta didik yang diajarkan dengan PBL bermetode Flipped Classroom dan peserta didik yang diajarkan dengan PBL saja, serta menguji adanya interaksi antara kemandirian belajar dengan model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis

dan kreatif siswa. Untuk memperjelas desain penelitian yang digunakan, rancangan tersebut dapat digambarkan dalam tabel 1.3:

Tabel 3. 1 Desain Penelitian (Pretest–Posttest Control Group Design)

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
k_1	O_{11}	X_1	O_{11}
k_2	O_{21}	X_2	O_{21}

Keterangan:

K_1 : Kelompok kelas eksperimen (menggunakan model PBL dikombinasikan dengan Flipped Classroom).

K_2 : Kelompok kelas kontrol (menggunakan model PBL tanpa Flipped Classroom).

O_{11} dan O_{21} : *Pretest* kemampuan berpikir kritis dan kreatif sebelum perlakuan.

X_1 : Penerapan model PBL dikombinasikan dengan Flipped Classroom.

X_2 : Penerapan model PBL tanpa Flipped Classroom.

O_{12} dan O_{22} : *Posttest* kemampuan berpikir kritis dan kreatif setelah perlakuan.

Untuk menganalisis hubungan antara model pembelajaran dan tingkat kemandirian belajar, penelitian ini juga menggunakan desain faktorial 2×3 , di mana faktor pertama adalah model pembelajaran (PBL dikombinasikan dengan *Flipped Classroom* dan PBL tanpa *Flipped Classroom*), dan faktor kedua adalah tingkat kemandirian belajar (tinggi, sedang, rendah). Rancangan faktorial ini memungkinkan peneliti untuk menguji *main effect* dan *interaction effect* antara kedua variabel tersebut terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa. Desain faktorial tersebut digambarkan pada Tabel 1.4 berikut:

Tabel 3.2 Design Penelitian Faktorial 2×3

Model Pembelajaran	Tingkat Kemandirian Belajar		
	Tinggi	Sedang	Rendah
PBL bermetode <i>flipped classroom</i>	A_{11}	A_{12}	A_{13}
PBL saja	A_{21}	A_{22}	A_{23}

Keterangan:

A_{11} – A_{23} menunjukkan kombinasi antara model pembelajaran dan tingkat kemandirian belajar. Setiap sel (A_{11} – A_{23}) merepresentasikan kelompok siswa yang dianalisis menggunakan *Two-Way ANOVA* untuk melihat pengaruh utama dan interaksi antar faktor.

Angket kemandirian belajar diberikan sebelum perlakuan untuk menentukan kategori kemandirian belajar siswa (tinggi, sedang, rendah), sedangkan tes berpikir kritis dan kreatif diberikan sebelum dan sesudah perlakuan (pretest–posttest) guna melihat perubahan kemampuan setelah penerapan model pembelajaran.

B. Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah siswa kelas VII reguler di SMPN 2 Tarokan sejumlah 224 peserta didik yang tersebar dalam 7 kelas. Pemilihan kelas VII sebagai populasi didasarkan pada pertimbangan bahwa pada jenjang ini siswa mulai diperkenalkan dengan konsep-konsep dasar matematika yang menuntut keterampilan berpikir kritis dan kreatif, serta pada masa ini kemandirian belajar mereka sedang berkembang. Populasi ini mencakup semua kelas reguler tanpa membedakan jenis kelamin maupun kemampuan akademik siswa.

Sampel dalam penelitian ini adalah siswa yang tergabung dalam kelas, sehingga unit sampling yang digunakan bukan individu secara terpisah, melainkan kelompok kelas (*intact class*). Oleh karena itu, penentuan sampel mempertimbangkan kondisi

kelas yang telah terbentuk secara alami dan tidak memungkinkan dilakukan pengacakan pada tingkat individu. Dalam konteks ini, teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *cluster random sampling*, yaitu teknik pengambilan sampel yang dilakukan terhadap kelompok atau klaster yang telah terbentuk, seperti kelas, kemudian dipilih secara acak untuk dijadikan sampel penelitian. Teknik ini digunakan karena populasi penelitian terdiri atas beberapa kelas yang telah terbentuk secara alami sehingga peneliti tidak melakukan pengacakan terhadap individu siswa, melainkan terhadap kelas sebagai satuan sampel. Penggunaan *cluster random sampling* umum diterapkan dalam penelitian kuasi-eksperimen di bidang pendidikan karena keterbatasan peneliti dalam mengubah susunan anggota kelas yang telah ditetapkan oleh sekolah. Selain itu, desain *Non-Equivalent Control Group Design* memungkinkan penggunaan kelas yang telah ada sebagai kelompok eksperimen dan kelompok kontrol, sehingga pemilihan sampel dilakukan melalui pengacakan kelas yang memenuhi karakteristik populasi penelitian.

Dalam penelitian ini, populasi mencakup seluruh kelas reguler jenjang VII di SMPN 2 Tarokan yang berjumlah 7 kelas dengan masing-masing kelas terdiri atas 31 siswa. Mengingat desain penelitian yang digunakan adalah kuasi-eksperimen serta unit sampling berupa kelas yang telah terbentuk secara alami (*intact classes*), maka penentuan sampel dilakukan pada tingkat kelas. Dari populasi tersebut, dipilih dua kelas sebagai sampel penelitian menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan rekomendasi guru mata pelajaran. Pemilihan kedua kelas tersebut mempertimbangkan kesetaraan jumlah siswa, kemampuan awal yang relatif homogen, serta kondisi pembelajaran yang serupa. Berdasarkan pertimbangan tersebut, satu kelas ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan satu kelas lainnya sebagai kelas kontrol.

Setelah dua kelas terpilih, satu kelas ditetapkan sebagai kelompok eksperimen yang memperoleh pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dengan metode *Flipped Classroom* menggunakan kode "1", sedangkan satu kelas lainnya ditetapkan sebagai kelompok kontrol yang memperoleh pembelajaran PBL saja dengan kode "0". Seluruh siswa pada kelas sampel dilibatkan sebagai subjek penelitian. Untuk mengendalikan kemungkinan perbedaan kemampuan awal antar kelompok, kedua kelas diberikan pretest sebelum perlakuan diberikan. Langkah ini sejalan dengan prosedur penelitian kuasi-eksperimen di bidang pendidikan yang merekomendasikan penggunaan pretest ketika pengacakan individu tidak memungkinkan dilakukan.

C. Teknik Pengumpulan Data

Data penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan instrumen utama berupa tes uraian untuk mengukur kemampuan berpikir kritis dan kreatif siswa serta angket untuk mengukur kemandirian belajar. Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir.

a) Tahap Persiapan

1) Tahap Perizinan

Peneliti terlebih dahulu mengajukan surat izin penelitian dari pihak universitas untuk diteruskan kepada Kepala Sekolah SMP Negeri 2 Tarokan. Setelah izin diperoleh, peneliti melakukan koordinasi dengan guru matematika terkait jadwal, alokasi waktu, dan pemilihan kelas.

Selama penelitian berlangsung, peneliti bertindak langsung sebagai pengajar utama di kelas, dengan persetujuan guru mata pelajaran. Guru matematika tidak berada di dalam kelas selama pelaksanaan agar perlakuan berlangsung konsisten sesuai rancangan penelitian.

2) Penyusunan Instrumen

Instrumen penelitian yang disusun terdiri atas:

- a) Tes uraian berpikir kritis dan kreatif, sebanyak enam butir soal dengan rincian tiga soal untuk mengukur berpikir kritis berdasarkan indikator Facione dan Ennis, dan tiga soal untuk mengukur *berpikir kreatif* berdasarkan indikator Guilford (kelancaran, keluwesan/orisinalitas, dan elaborasi). Soal-soal ini dikembangkan dalam konteks permasalahan matematika yang autentik dan menuntut penalaran serta pemecahan masalah terbuka.
- b) Angket kemandirian belajar matematis, disusun berdasarkan indikator dari Zimmerman (2000) meliputi kemampuan perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi diri dalam belajar. Angket menggunakan skala Likert empat tingkat (sangat setuju, setuju, tidak setuju, sangat tidak setuju).
- c) Modul ajar untuk kelas eksperimen menggunakan sintaks *Problem Based Learning dengan metode Flipped Classroom*, di mana siswa mempelajari materi melalui video dan modul pra-kelas sebelum tatap muka. Dan RPP untuk kelas kontrol menggunakan sintaks *Problem Based Learning tanpa Flipped Classroom*, di mana seluruh proses belajar dilakukan di kelas. Ringkasan langkah pembelajaran dicantumkan pada subbagian *Pelaksanaan Intervensi*, sedangkan RPP lengkap beserta bahan ajar pra-kelas dilampirkan dalam lampiran proposal.

3) Validasi Instrumen

Instrumen divalidasi oleh dua dosen ahli pendidikan matematika yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

- a) Kompetensi akademik, bergelar minimal Magister (S3) Pendidikan Matematika, dengan pengalaman mengajar dan meneliti di bidang pendidikan matematika.
- b) Pengalaman penelitian dan publikasi seperti pernah menyusun atau memvalidasi instrumen penilaian berbasis kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS), serta memiliki publikasi terkait evaluasi pembelajaran matematika.
- c) Pemahaman teoretis, menguasai indikator berpikir kritis (Perkins) dan berpikir kreatif (Guilford) serta prinsip penyusunan tes uraian
- d) Kemampuan menilai konstruksi dan bahasa, mampu menilai keterbacaan, kejelasan kalimat, serta kesesuaian tingkat kesulitan dengan karakteristik siswa SMP.

Proses validasi dilakukan melalui lembar checklist dengan skala penilaian dan kolom komentar terbuka. Hasil penilaian dari kedua validator dijadikan dasar revisi instrumen.

b) Tahap Pelaksanaan

1) Pre-test dan angket kemandirian belajar

Sebelum perlakuan, kedua kelas (eksperimen dan kontrol) diberikan pre-test dengan soal yang setara untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis dan kreatif. Data pre-test digunakan untuk memastikan kesetaraan kemampuan awal kedua kelompok melalui uji statistik (Independent Sampel T-Test). Setelah mengerjakan pre-test, siswa juga diminta mengisi angket kemandirian belajar untuk mengetahui tingkat kemandirian mereka setelah mengikuti pembelajaran.

Angket diberikan hanya pada awal penelitian, karena variabel kemandirian belajar digunakan sebagai faktor moderator untuk melihat interaksi antara model pembelajaran dan hasil belajar.

2) Pemberian Intervensi

- a) Kelas eksperimen: menggunakan *Problem Based Learning* dengan metode *Flipped Classroom*. Siswa mempelajari LKPD sebagai pra-kelas di rumah, kemudian saat pertemuan tatap muka mereka berdiskusi, menganalisis, dan memecahkan masalah autentik secara berkelompok.
- b) Kelas kontrol: menggunakan *Problem Based Learning* tanpa *Flipped Classroom*, di mana semua aktivitas belajar dilakukan di dalam kelas tanpa kegiatan pra-kelas.

Peneliti menjadi fasilitator sekaligus pengajar selama penelitian berlangsung. Setiap kelas mendapatkan perlakuan selama 3 pertemuan efektif, ditambah 1 kali pertemuan untuk pre-test dan 1 kali pertemuan untuk post-test, sehingga total 5 kali pertemuan per kelas. Satu kali pertemuan berdurasi 2x40 menit.

3) Post-test

Setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai, kedua kelas diberikan post-test yang berisi soal-soal uraian setara dengan pre-test untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis dan kreatif.

c) Tahap Akhir

1) Penskoran tes uraian

Jawaban siswa dari pre-test dan post-test dinilai menggunakan rubrik analitik yang dikembangkan sesuai indikator berpikir kritis dan kreatif.

Setiap butir soal memiliki rentang skor 0–4, di mana skor 0 menunjukkan tidak ada jawaban relevan dan skor 4 menunjukkan tingkat pencapaian tertinggi sesuai indikator.

2) Pengolahan data

Data hasil tes dan angket diolah menggunakan SPSS dan Microsoft Excel dengan langkah-langkah berikut:

- a) Statistik deskriptif untuk menggambarkan hasil kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan tingkat kemandirian belajar siswa dengan cara menentukan kategori rendah, sedang, tinggi.
- b) Uji prasyarat analisis yang meliputi uji normalitas, homogenitas varians, serta uji kesetaraan kemampuan awal berdasarkan nilai pre-test antara kelompok eksperimen dan kontrol. Uji-uji tersebut dilakukan sebagai syarat penggunaan Two Way Anova
- c) Pengujian hipotesis yang berkaitan dengan kemampuan berpikir kritis matematis dilakukan menggunakan Two-Way ANOVA. Pada analisis ini, variabel dependen adalah skor posttest kemampuan berpikir kritis. Faktor pertama adalah model pembelajaran yang terdiri atas Problem Based Learning (PBL) bermetode Flipped Classroom dan Problem Based Learning (PBL). Faktor kedua adalah kategori kemandirian belajar siswa. Analisis ini digunakan untuk mengetahui: (1) perbedaan kemampuan berpikir kritis matematis antara siswa yang mengikuti pembelajaran PBL bermetode Flipped Classroom dan siswa yang mengikuti pembelajaran PBL, (2) pengaruh kategori kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa, dan (3) interaksi

antara model pembelajaran dan kategori kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis matematis siswa.

- d) Pengujian hipotesis yang berkaitan dengan kemampuan berpikir kreatif matematis dilakukan menggunakan Two-Way ANOVA. Pada analisis ini, variabel dependen adalah skor posttest kemampuan berpikir kreatif. Faktor pertama adalah model pembelajaran yang terdiri atas Problem Based Learning (PBL) bermetode Flipped Classroom dan Problem Based Learning (PBL). Faktor kedua adalah kategori kemandirian belajar siswa. Analisis ini digunakan untuk mengetahui: (1) perbedaan kemampuan berpikir kreatif matematis antara siswa yang mengikuti pembelajaran PBL bermetode Flipped Classroom dan siswa yang mengikuti pembelajaran PBL, (2) pengaruh kategori kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa, dan (3) interaksi antara model pembelajaran dan kategori kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kreatif matematis siswa.

D. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data secara sistematis, akurat, dan relevan agar tujuan penelitian dapat tercapai secara objektif. Menurut Sugiyono dalam bukunya instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk mengukur fenomena alam maupun sosial yang diamati, sehingga setiap variabel penelitian harus diukur dengan instrumen yang tepat dan teruji validitas serta reliabilitasnya.

Sejalan dengan pendapat tersebut, Arikunto (2019:203) dalam *Prosedur Penelitian: Suatu Metode Praktik* menjelaskan bahwa instrumen penelitian berfungsi

sebagai alat bantu bagi peneliti dalam mengumpulkan data agar hasil penelitian dapat dipercaya kebenarannya.

- a) Jenis dan Fungsi Instrumen. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini menggunakan empat instrumen yaitu:

Tabel 3.3 Instrumen Penelitian

Jenis Instrumen	Tujuan Penggunaan	Bentuk Instrumen	Teknik Pengumpulan Data
Tes kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif	Mengukur kemampuan siswa dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menginterpretasikan permasalahan matematis secara logis dan reflektif, sekaligus menghasilkan ide, strategi, serta solusi matematika yang orisinal, fleksibel, dan terperinci. Instrumen ini dilengkapi dengan rubrik penskoran yang mengacu pada kemampuan berpikir kritis dan rubrik penskoran pada kemampuan berpikir kreatif.	Uraian terbuka (essay)	Pre-test dan <i>Post-test</i>
Angket kemandirian belajar	Mengukur tingkat kemandirian belajar siswa sebagai variabel moderator.	Skala Likert (4 pilihan jawaban)	<i>Post-test</i>
Modul Ajar dan Modul Ajar	Menjamin keseragaman perlakuan antar kelompok pembelajaran (eksperimen dan kontrol).	Dokumen RPP dan Modul	Panduan pelaksanaan pembelajaran

b) Instrumen Tes

1) Tes Kemampuan Berpikir Kritis Matematis

Tes berpikir kritis disusun berdasarkan teori Perkins dipilih karena menekankan aspek penalaran logis, pengambilan keputusan, serta kemampuan menganalisis dan mengevaluasi argumen dalam konteks pemecahan masalah matematika. Jumlah soal 2 butir soal dan setiap butir soal terdapat sub butir yang mengukur kemampuan berpikir kritis sebanyak 4 sub butir, kisi-kisi dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut ini:

Tabel 3.4 Kisi-kisi Tes Berpikir Kritis

No	Indikator	Skor	Aspek yang dinilai
1A	Clarification	4	Menuliskan seluruh informasi yang diketahui dan ditanyakan dengan benar, menentukan konsep matematika yang tepat, serta membuat gambar/ilustrasi yang sesuai dengan permasalahan.
		3	Menuliskan dengan benar tiga dari empat komponen berikut: informasi yang diketahui, informasi yang ditanyakan, konsep matematika, dan gambar/ilustrasi.
		2	Menuliskan dengan benar dua dari empat komponen yang dinilai yaitu informasi yang diketahui, informasi yang ditanyakan, konsep matematika, dan gambar/ilustrasi.
		1	Menuliskan dengan benar satu dari empat komponen yang dinilai yaitu informasi yang diketahui, informasi yang ditanyakan, konsep matematika, dan gambar/ilustrasi.
		0	Tidak ada komponen yang dituliskan dengan benar atau jawaban tidak relevan.
1B	Inference	4	Menentukan ukuran sudut dengan benar, memberikan alasan (hubungan antar sudut) yang sesuai pada setiap langkah penyelesaian, serta menarik kesimpulan yang sesuai dengan hasil perhitungan.
		3	Menentukan ukuran sudut dengan benar, memberikan alasan yang sesuai dengan langkah penyelesaian, tidak dapat menarik kesimpulan
		2	Menentukan ukuran sudut dengan benar, memberikan alasan yang tidak lengkap atau tidak sesuai, dan kesimpulan masih mengandung kesalahan.
		1	Terdapat upaya menentukan ukuran sudut tetapi masih salah, alasan yang diberikan tidak sesuai atau sangat terbatas, dan kesimpulan tidak sesuai dengan hasil perhitungan.

		0	Tidak dapat menentukan ukuran sudut dengan benar, tidak memberikan alasan yang relevan, dan tidak menarik kesimpulan yang sesuai.
1C	Assesment	3	Menentukan pernyataan yang benar dan memberikan alasan/argumen yang sesuai.
		2	Menentukan pernyataan yang benar, tetapi alasan/argumen kurang sesuai atau kurang lengkap.
		1	Menentukan pernyataan yang benar, tetapi tidak memberikan alasan/argumen.
		0	Salah menentukan pernyataan atau tidak memberikan jawaban yang relevan.
1D	Strategy	4	Menyebutkan dua strategi yang bisa digunakan, menerapkan salah satu strategi dengan benar, dan menuliskan langkah pengerjaan yang runtut hingga memperoleh hasil yang benar.
		3	Menyebutkan satu strategi yang tepat dan menggunakan strategi tersebut dengan benar sehingga menghasilkan ukuran sisi yang benar.
		2	Menyebutkan satu strategi yang tepat tetapi terdapat kesalahan dalam penerapan strategi atau langkah pengerjaan sehingga hasil akhir kurang tepat.
		1	Menyebutkan strategi yang akan digunakan, tetapi tidak mampu menerapkan strategi tersebut dengan benar atau langkah pengerjaan tidak menunjukkan penyelesaian yang sesuai.
		0	Tidak menyebutkan strategi yang relevan atau tidak memberikan jawaban yang berkaitan dengan permasalahan.
2A	Clarification	3	Menuliskan seluruh informasi yang diketahui dan ditanyakan dengan benar serta menentukan konsep matematika yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan
		2	Menuliskan dengan benar dua dari tiga komponen yang dinilai, yaitu informasi yang diketahui, informasi yang ditanyakan, dan konsep matematika yang digunakan.
		1	Menuliskan dengan benar satu dari tiga komponen yang dinilai, yaitu informasi yang diketahui, informasi yang ditanyakan, dan konsep matematika yang digunakan.
		0	Tidak ada komponen yang dituliskan dengan benar atau jawaban tidak relevan.
2B	Inference	4	Menentukan rasio seluruh ukuran foto dan rasio seluruh ukuran pigura dengan benar, serta menyimpulkan ukuran foto dan ukuran pigura yang sebangun secara tepat disertai alasan yang sesuai.
		3	Menentukan rasio seluruh ukuran foto, menentukan rasio seluruh ukuran pigura, dan menyimpulkan salah satu dari ukuran foto atau ukuran pigura yang sebangun dengan benar.

		2	Memenuhi dua dari empat aspek yaitu menentukan rasio seluruh ukuran foto, menentukan rasio seluruh ukuran pigura, menyimpulkan ukuran foto yang sebangun, dan menyimpulkan ukuran pigura yang sebangun.
		1	Memenuhi satu dari empat aspek yaitu menentukan rasio seluruh ukuran foto, menentukan rasio seluruh ukuran pigura, menyimpulkan ukuran foto yang sebangun, dan menyimpulkan ukuran pigura yang sebangun.
		0	Siswa tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai dengan konsep kesebangunan.
2D	Assesment	4	Menentukan kombinasi foto dan pigura yang sesuai dengan syarat, menghitung harga setiap kombinasi foto dan pigura dengan benar, serta menyimpulkan kombinasi dengan harga paling murah berdasarkan seluruh hasil perhitungan yang dilakukan.
		3	Menentukan kombinasi foto dan pigura yang sesuai dengan syarat dan menghitung harga setiap kombinasi foto dan pigura dengan benar, tetapi kesimpulan mengenai harga paling murah tidak tepat atau tidak ada
		2	Menentukan kombinasi foto dan pigura yang sesuai dengan syarat serta menghitung harga salah satu atau beberapa kombinasi dengan benar, tetapi tidak menyimpulkan harga paling murah atau kesimpulannya tidak tepat.
		1	Menentukan kombinasi foto dan pigura yang sesuai dengan syarat serta menghitung harga salah satu atau beberapa kombinasi dengan benar, tetapi tidak menyimpulkan harga paling murah atau kesimpulannya tidak tepat.
		0	Tidak menentukan kombinasi foto dan pigura yang sesuai dengan syarat, tidak menghitung harga kombinasi, dan tidak menyimpulkan harga paling murah.
2G	Strategy	4	Menentukan beberapa kombinasi foto dan pigura yang memenuhi syarat (sebangun dan ukuran foto lebih kecil dari ukuran pigura), menghitung biaya setiap kombinasi yang dipilih dengan benar, serta menarik kesimpulan dan memberikan alasan yang sesuai dengan hasil perhitungan.
		3	Menentukan beberapa kombinasi foto dan pigura yang memenuhi syarat, menghitung biaya setiap kombinasi yang dipilih dengan benar, tetapi kesimpulan atau alasan yang diberikan tidak sesuai dengan hasil perhitungan.
		2	Menentukan beberapa kombinasi foto dan pigura yang memenuhi syarat dan menghitung biaya salah satu atau beberapa kombinasi dengan benar, tetapi tidak

			memberikan kesimpulan atau alasan yang sesuai.
		1	Menentukan kombinasi foto dan pigura yang memenuhi syarat, tetapi perhitungan biaya, kesimpulan, dan alasan yang diberikan tidak sesuai.
		0	Tidak menentukan kombinasi foto dan pigura yang memenuhi syarat, tidak menghitung biaya kombinasi, serta tidak memberikan kesimpulan dan alasan.

Setiap indikator dinilai secara terpisah berdasarkan jawaban siswa pada tiap butir soal uraian. Skor akhir kemampuan berpikir kritis diperoleh dengan menghitung rata-rata dari seluruh indikator. Rubrik ini membantu peneliti menilai tidak hanya hasil akhir jawaban, tetapi juga proses berpikir logis dan reflektif yang digunakan siswa dalam menyelesaikan masalah matematika. Rubrik ini diadaptasi dari teori David Perkins (1985) yang dikembangkan lebih lanjut untuk konteks pembelajaran matematika tingkat SMP, sehingga dapat menggambarkan kemampuan berpikir kritis siswa secara komprehensif dan objektif.

2) Tes kemampuan berpikir kreatif matematis

Tes ini disusun berdasarkan indikator Guilford yang menekankan empat dimensi utama berpikir kreatif, yaitu kelancaran, keluwesan, orisinalitas, dan elaborasi. Jumlah soal 2 butir soal dan setiap butir soal terdapat sub butir yang mengukur kemampuan berpikir kritis sebanyak 4 sub butir, untuk melihat rubrik secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 4.

Setiap indikator kemampuan berpikir kreatif dinilai secara terpisah berdasarkan respons siswa terhadap setiap soal uraian. Penilaian dilakukan dengan menggunakan skala 0 sampai 4, di mana skor 0 menunjukkan tingkat kemampuan yang masih rendah dan skor 4 menunjukkan pencapaian tertinggi pada indikator yang dinilai. Skor total kemampuan berpikir kreatif diperoleh

dengan menghitung rata-rata dari seluruh indikator yang mencakup kelancaran, keluwesan, orisinalitas, dan elaborasi.

Tabel 3.5 Kisi-kisi Tes Berpikir Kreatif

No	Indikator	Skor	Aspek yang dinilai
1B	<i>Flexibility</i>	4	Menentukan ukuran sudut dengan benar dan menggunakan tiga atau lebih jenis hubungan antar sudut yang berbeda secara tepat dalam penyelesaiannya.
		3	Menentukan ukuran sudut dengan benar dan menggunakan dua jenis hubungan antar sudut yang berbeda secara tepat dalam penyelesaiannya.
		2	Menentukan ukuran sudut dengan benar dan menggunakan satu jenis hubungan antar sudut secara tepat dalam penyelesaiannya.
		1	Menunjukkan upaya menentukan ukuran sudut, tetapi hubungan antar sudut yang digunakan kurang tepat atau tidak konsisten.
		0	Siswa tidak menjawab atau jawaban tidak menunjukkan penggunaan konsep hubungan sudut yang sesuai.
1E	<i>Fluency</i>	4	Menentukan 4 atau lebih segitiga sebangun yang benar serta memberikan alasan/pembuktian kesebangunan yang sesuai untuk setiap segitiga.
		3	Menentukan 3 segitiga sebangun yang benar tidak memberikan alasan/pembuktian yang sesuai untuk sebagian besar segitiga.
		2	Menentukan 2 segitiga sebangun yang benar, tidak memberikan alasan/pembuktian yang sesuai
		1	Menentukan 1 segitiga sebangun yang benar atau memberikan alasan yang kurang lengkap.
		0	Tidak dapat menentukan segitiga sebangun yang benar atau tidak memberikan alasan yang relevan..
1F	<i>Originality</i>	4	Menentukan pasangan segitiga yang berbeda dari pasangan sebelumnya dan memberikan pembuktian perhitungan kesebangunan yang lengkap serta benar.
		3	Menentukan pasangan segitiga yang berbeda dan memberikan perhitungan yang benar tetapi tidak lengkap.
		2	Menentukan pasangan segitiga yang ridak berbeda, pembuktian perhitungan tepat.
		1	Menentukan pasangan segitiga yang berbeda tetapi tidak dapat membuktikan kesebangunannya.
		0	Tidak memberikan pasangan segitiga yang memenuhi syarat kesebangunan.
1G	<i>Elaboration</i>	3	Menjelaskan alasan kesebangunan secara rinci, sistematis, dan benar serta mengembangkan pola kesebangunan dengan benar.

		2	Hanya memenuhi salah satu aspek dengan baik (penjelasan atau pengembangan pola).
		1	Menunjukkan upaya menjelaskan atau mengembangkan pola, tetapi belum benar.
		0	Tidak memberikan penjelasan maupun pengembangan pola yang relevan.
2C	<i>Fluency</i>	4	Menentukan empat kombinasi ukuran foto dan pigura yang memenuhi syarat kesebangunan dan ukuran foto lebih kecil dari ukuran pigura.
		3	Menentukan tiga kombinasi ukuran foto dan pigura yang memenuhi syarat kesebangunan dan ukuran foto lebih kecil dari ukuran pigura.
		2	Menentukan dua kombinasi ukuran foto dan pigura yang memenuhi syarat kesebangunan dan ukuran foto lebih kecil dari ukuran pigura.
		1	Menentukan satu kombinasi ukuran foto dan pigura yang memenuhi syarat kesebangunan dan ukuran foto lebih kecil dari ukuran pigura.
		0	Siswa tidak menjawab atau jawaban tidak sesuai dengan permasalahan.
2E	<i>Originality</i>	4	Membuat kombinasi ukuran foto dan pigura yang memenuhi syarat kesebangunan dan ukuran foto lebih kecil dari pigura, menunjukkan perhitungan kesebangunan dengan benar, serta menggunakan ukuran atau rasio yang tidak terdapat pada soal maupun jawaban sebelumnya.
		3	Membuat kombinasi ukuran foto dan pigura yang memenuhi syarat kesebangunan dan ukuran foto lebih kecil dari pigura serta menggunakan ukuran atau rasio yang tidak terdapat pada soal maupun jawaban sebelumnya, tetapi perhitungan kesebangunan tidak benar atau tidak ditunjukkan.
		2	Membuat kombinasi ukuran foto dan pigura yang memenuhi syarat kesebangunan dan ukuran foto lebih kecil dari pigura, tetapi ukuran atau rasio yang digunakan terdapat pada soal atau jawaban sebelumnya.
		1	Membuat kombinasi ukuran foto dan pigura, tetapi tidak memenuhi syarat kesebangunan atau ukuran foto lebih kecil dari pigura.
		0	Tidak membuat kombinasi ukuran foto dan pigura yang relevan dengan permasalahan.
2F	<i>Elaboration</i>	4	Menjelaskan kesebangunan dengan benar dan menunjukkan pola yang dapat digunakan untuk menghasilkan ukuran baru.
		3	Menjelaskan kesebangunan dengan benar dan menunjukkan pola, tetapi pola yang ditunjukkan tidak dapat digunakan untuk menghasilkan ukuran baru.
		2	Menjelaskan kesebangunan dengan benar atau menunjukkan pola yang dihasilkan dari ukuran sebelumnya.

2G	<i>Flexibility</i>	1	Menuliskan penjelasan atau pola yang tidak sesuai dengan ukuran yang telah dibuat sebelumnya.
		0	Tidak memberikan penjelasan maupun pola.
		4	Menghasilkan tiga alternatif kombinasi foto dan pigura yang berbeda serta menjelaskan alasan setiap alternatif berdasarkan pertimbangan yang sesuai dengan alternatif tersebut.
		3	Menghasilkan dua alternatif kombinasi foto dan pigura yang berbeda serta menjelaskan alasan setiap alternatif yang sesuai dengan alternatif tersebut.
		2	Menghasilkan satu alternatif kombinasi foto dan pigura yang berbeda serta menjelaskan alasan setiap alternatif yang sesuai dengan alternatif tersebut.
		1	Menghasilkan alternatif kombinasi foto dan pigura, tetapi alasan yang diberikan tidak sesuai dengan permasalahan atau tidak menunjukkan perbedaan alternatif yang jelas.
		0	Tidak menghasilkan alternatif kombinasi foto dan pigura yang relevan dengan permasalahan.

Rubrik ini dirancang untuk menilai tidak hanya ketepatan hasil akhir jawaban, tetapi juga menekankan pada proses berpikir dan kualitas ide matematis yang dihasilkan siswa selama menyelesaikan masalah. Dengan demikian, penilaian memberikan gambaran yang lebih menyeluruh mengenai sejauh mana siswa mampu menunjukkan kreativitas dalam berpikir matematis, baik dari segi variasi ide, keaslian solusi, maupun pengembangan penjelasan yang logis dan terstruktur.

c) Instrumen Non Tes

Angket kemandirian belajar mencakup tiga aspek utama, yaitu perencanaan belajar, pelaksanaan belajar, dan evaluasi diri. Instrumen terdiri atas 38 butir pernyataan yang disusun dalam skala Likert empat tingkat, yaitu Sangat Setuju, Setuju, Tidak Setuju, dan Sangat Tidak Setuju. Sebelum digunakan dalam penelitian, angket ini akan melalui uji validitas dan reliabilitas untuk memastikan kesesuaian dan konsistensi pengukuran pada subjek penelitian.

d) Instrumen Pendukung

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran dalam bentuk Modul Ajar digunakan untuk memastikan kesesuaian implementasi pembelajaran antara kelas eksperimen dan kontrol. Kelompok Eksperimen menggunakan PBL dengan metode flipped classroom dengan karakteristik siswa mempelajari video/modul pra-kelas di rumah, kemudian mendiskusikan dan memecahkan masalah saat tatap muka. Kelompok kontrol menggunakan PBL saja dengan karakteristik seluruh kegiatan belajar dilakukan di kelas melalui diskusi dan pemecahan masalah tanpa aktivitas pra-kelas. Modul ajar dilengkapi dengan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran yang diisi oleh observer dalam hal ini adalah guru mata pelajaran matematika.

E. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan untuk menguji hipotesis mengenai pengaruh penerapan model Problem-Based Learning (PBL) yang dikombinasikan dengan Flipped Classroom terhadap kemampuan berpikir kritis dan berpikir kreatif matematis siswa, serta untuk melihat interaksi antara model pembelajaran dengan tingkat kemandirian belajar. Seluruh data bersifat kuantitatif yang diperoleh melalui hasil *pre-test*, *post-test*, serta angket kemandirian belajar yang diberikan sebelum intervensi pembelajaran. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26 dan Microsoft Excel untuk memastikan keakuratan hasil perhitungan dan interpretasi.

a) Analisis Deskriptif

Tahap awal dilakukan analisis statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik data, seperti nilai rata-rata, median, standar deviasi, varians, serta kecenderungan distribusi nilai (Sugiyono, 2007). Analisis ini memberikan

gambaran umum tentang kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, dan kemandirian belajar pada masing-masing kelompok.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2$$

Keterangan:

$\bar{X}$ = rata – rata sampel

x_i = skor ke – i

n = jumlah data

s^2 = varians sampel

Langkah SPSS: *analyze* → *Descriptive Statics* → *Descriptives/explore*

b) Uji Prasyarat

Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis yang meliputi:

1) Uji Normalitas

Uji prasyarat pertama adalah uji normalitas yang bertujuan mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak (Sugiyono, 2007). Uji ini menggunakan *Shapiro–Wilk*, karena jumlah sampel tiap kelompok kurang dari 50 siswa. Hipotesis yang digunakan yaitu H_0 : data berdistribusi normal dan H_1 : data tidak berdistribusi normal. Kriteria pengambilan keputusan adalah data dikatakan berdistribusi normal jika nilai signifikansi (Sig.) lebih besar dari 0,05. Apabila hasil menunjukkan data tidak normal, maka dilakukan transformasi data (log, akar kuadrat, atau *Box–Cox*). Jika data tetap tidak

normal setelah transformasi, maka analisis dilanjutkan menggunakan uji nonparametrik Mann–Whitney U Test untuk dua kelompok. Uji ini digunakan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara dua kelompok independen berdasarkan median data, bukan berdasarkan rata-rata, sehingga lebih tepat digunakan ketika distribusi data tidak normal atau varians antar kelompok tidak homogen (Sugiyono, 2007). Secara matematis, statistik uji *Mann-whitney U* dihitung dengan rumus:

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_2 + 1)}{2} - R_1$$

atau

$$U = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_2 + 1)}{2} - R_2$$

dengan:

- U = nilai statistik Mann–Whitney
- n_1 = jumlah sampel pada kelompok pertama
- n_2 = jumlah sampel pada kelompok kedua
- R_1 = jumlah peringkat (ranks) pada kelompok pertama
- R_2 = jumlah peringkat (ranks) pada kelompok kedua

Setelah diperoleh nilai U , langkah berikutnya adalah membandingkan nilai tersebut dengan nilai kritis U tabel atau mengonversinya ke nilai *z-score* menggunakan rumus:

$$Z = \frac{U - \mu U}{\sigma U}$$

Dengan:

$$\mu U = \frac{n_1 n_2}{2}$$

$$\sigma_U = \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 + 1)}{12}}$$

Keterangan:

- μ_U = nilai harapan (mean) dari distribusi U
- σ_U = simpangan baku dari distribusi U

Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

Jika nilai signifikansi (p-value) < 0,05, maka terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok. Sebaliknya, jika $p \geq 0,05$, maka tidak ada perbedaan yang signifikan.

Dalam konteks penelitian ini, *Mann–Whitney U Test* akan digunakan apabila data post-test kemampuan berpikir kritis atau kreatif siswa tidak berdistribusi normal, baik pada kelompok yang menggunakan model *Problem-Based Learning (PBL) bermetode Flipped Classroom* maupun kelompok yang menggunakan *PBL saja*. Dengan demikian, hasil analisis tetap sah dan valid secara statistik, meskipun asumsi parametrik tidak terpenuhi.

2) Uji Homogenitas

Uji prasyarat berikutnya adalah uji homogenitas varians menggunakan Levene's Test dengan hipotesis H_0 : varians antar kelompok homogen dan H_1 : varians antar kelompok tidak homogen. Data dinyatakan homogen apabila nilai signifikansi lebih dari 0,05. Apabila hasil *Levene's Test* menunjukkan bahwa varians antar kelompok tidak homogen (nilai signifikansi < 0,05), maka analisis dilanjutkan menggunakan Welch ANOVA. Uji ini merupakan alternatif dari *One-Way ANOVA* yang lebih andal ketika asumsi kesamaan varians tidak terpenuhi. Berbeda dari

ANOVA konvensional yang menggunakan *Mean Square Error* bersama, Welch ANOVA menyesuaikan derajat kebebasan (degree of freedom) berdasarkan variasi dan ukuran sampel masing-masing kelompok, sehingga hasil analisis tetap valid meskipun varians tidak homogen (Sugiyono, 2007).

3) Uji Kesetaraan Awal

Uji kesetaraan awal dilakukan untuk mengetahui apakah kemampuan awal siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol berada pada kondisi yang setara sebelum diberikan perlakuan. Pengujian ini penting dilakukan pada penelitian kuasi eksperimen karena subjek penelitian tidak dipilih secara acak sehingga diperlukan bukti bahwa kedua kelompok memiliki kemampuan awal yang relatif sama sebelum pembelajaran dilaksanakan (Fraenkel et al., 2012).

Pada penelitian ini, uji kesetaraan awal dilakukan terhadap skor pretest kemampuan berpikir kritis matematis dan kemampuan berpikir kreatif matematis siswa. Pengujian dilakukan menggunakan Independent Samples t-Test karena data berasal dari dua kelompok yang saling bebas (independent) dan telah memenuhi asumsi normalitas serta homogenitas varians (Sugiyono, 2019).

Hipotesis yang digunakan dalam uji kesetaraan awal adalah sebagai berikut:

H_0 : Tidak terdapat perbedaan kemampuan awal antara siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

H_1 : Terdapat perbedaan kemampuan awal antara siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut.

Jika nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) $> 0,05$ maka H_0 diterima, yang berarti tidak terdapat perbedaan kemampuan awal antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sehingga kedua kelompok dinyatakan setara. Jika nilai signifikansi (Sig. 2-tailed) $\leq 0,05$ maka H_0 ditolak, yang berarti terdapat perbedaan kemampuan awal antara kelas eksperimen dan kelas kontrol sehingga kedua kelompok tidak setara.

Dalam penelitian ini, uji kesetaraan awal dilakukan terhadap skor pretest kemampuan berpikir kritis matematis dan kemampuan berpikir kreatif matematis sebelum dilakukan pengujian hipotesis utama menggunakan Two-Way ANOVA. Hasil uji ini digunakan untuk memastikan bahwa perbedaan yang muncul pada skor posttest lebih mencerminkan pengaruh perlakuan pembelajaran yang diberikan daripada perbedaan kemampuan awal siswa.

c) Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk menjawab pertanyaan penelitian mengenai perbedaan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif siswa berdasarkan model pembelajaran yang digunakan, pengaruh tingkat kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif, serta interaksi antara model pembelajaran dan tingkat kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif siswa.

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan Two-Way Analysis of Variance (Two-Way ANOVA). Analisis ini digunakan untuk menguji pengaruh model pembelajaran dan kategori kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis maupun kemampuan berpikir kreatif siswa. Pada pengujian kemampuan berpikir kritis, skor posttest kemampuan berpikir kritis digunakan sebagai variabel

dependen, sedangkan faktor yang dianalisis meliputi kelompok pembelajaran (Problem Based Learning (PBL) bermetode Flipped Classroom dan Problem Based Learning (PBL) serta kategori kemandirian belajar siswa. Sementara itu, pada pengujian kemampuan berpikir kreatif, skor posttest kemampuan berpikir kreatif digunakan sebagai variabel dependen dengan faktor yang sama, yaitu kelompok pembelajaran dan kategori kemandirian belajar. Analisis ini digunakan untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif berdasarkan model pembelajaran, pengaruh kategori kemandirian belajar terhadap kedua kemampuan tersebut, serta interaksi antara model pembelajaran dan kategori kemandirian belajar.

Kriteria pengambilan keputusan dalam pengujian hipotesis adalah sebagai berikut.

1. Pengaruh model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif dilihat pada nilai signifikansi variabel Kelompok. Jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat perbedaan kemampuan berpikir kritis atau kemampuan berpikir kreatif antara siswa yang mengikuti pembelajaran PBL bermetode Flipped Classroom dan siswa yang mengikuti pembelajaran PBL.
2. Pengaruh kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif dilihat pada nilai signifikansi variabel KB_Kategori. Jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang berarti terdapat pengaruh kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis atau kemampuan berpikir kreatif siswa.
3. Interaksi antara model pembelajaran dan kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis dan kemampuan berpikir kreatif dilihat pada nilai

signifikansi variabel Kelompok $\times$ KB_Kategori. Jika nilai signifikansi kurang dari 0,05 maka H0 ditolak dan H1 diterima, yang berarti terdapat interaksi antara model pembelajaran dan kemandirian belajar terhadap kemampuan berpikir kritis atau kemampuan berpikir kreatif siswa.

Pengujian dilakukan pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$). Selain nilai signifikansi, besarnya kontribusi masing-masing faktor terhadap variabel dependen dapat dilihat melalui nilai Partial Eta Squared yang dihasilkan pada output Two-Way ANOVA