

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode dan Desain

Jenis Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan metode *Quasi-Experiment* menggunakan desain *Pretest-Posttest Nonequivalent Control Groups Design*. Penelitian kuantitatif merupakan pendekatan untuk menguji teori-teori tertentu dengan cara meneliti hubungan antar variabel. Variabel-variabel ini diukur biasanya dengan instrumen penelitian seperti tes, kuesioner dan wawancara terstruktur sehingga data yang terdiri dari angka-angka dapat dianalisis berdasarkan perhitungan statistik (Creswell, 2008). Sedangkan metode penelitian *Quasi-Experiment* adalah jenis eksperimen yang memiliki perlakuan, pengukuran dampak, unit eksperimen namun tidak menggunakan penugasan acak untuk menciptakan perbandingan dalam rangka menyimpulkan perubahan yang disebabkan perlakuan (Cook, 1979). Cohen dkk. (2007) menyebutkan bahwa pada kuasi-eksperimen, peneliti membagi partisipan menjadi kelompok kontrol dan eksperimen, namun tidak secara acak dalam penempatannya (Creswell, 2009).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh dan peningkatan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif peserta didik setelah diterapkannya model PBL-MM pada isu energi alternatif. Untuk mengujinya, kemampuan Peserta didik pada kedua aspek tersebut dibandingkan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada kelas eksperimen, pembelajaran dilakukan menggunakan model pembelajaran PBL-MM. Sementara itu, pada kelas kontrol, digunakan model pembelajaran PBL. Bentuk desain *Quasi-Experiment* yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.

	<i>Pre-test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post-test</i>
<b>Eksperimen</b>	O <sub>1</sub>	X	O <sub>2</sub>
<b>Kontrol</b>	O <sub>1</sub>	Y	O <sub>2</sub>

Gambar 3.1 Desain Penelitian Pretest-Post-test Nonequivalent Control-Groups Design

Keterangan:

O<sub>1</sub> = Kemampuan Berpikir Sistem dan Regulasi Metakognitif

O<sub>2</sub> = Kemampuan Berpikir Sistem dan Regulasi Metakognitif

X = Model PBL-MM

Y = Model PBL

### 3.2 Partisipan

Partisipan dalam penelitian ini adalah peserta didik SMA kelas X di salah satu sekolah yang berada di Kabupaten Bandung Barat. Sampel dipilih menggunakan teknik *Purposive Sampling*, dengan sampel yang dipilih adalah peserta didik kelas X yang belum mempelajari materi energi alternatif. Ukuran sampel sebesar 60 orang dengan 30 orang di kelas eksperimen dan 30 orang di kelas kontrol.

### 3.3 Instrumen Penelitian

Instrumen adalah alat untuk mengukur, mengamati, atau mendokumentasikan data kuantitatif (Creswell & Guetterman, 2019). Suryabrata (2008) mendefinisikan instrumen penelitian adalah alat yang digunakan untuk merekam yang pada umumnya secara kuantitatif. Sedangkan Arikunto (2005) mendefinisikan instrumen penelitian adalah alat bantu yang dipilih dan digunakan oleh peneliti dalam kegiatannya mengumpulkan agar kegiatan tersebut menjadi sistematis. Untuk mengetahui kelayakan instrumen maka dilakukan perhitungan instrumen meliputi uji validitas dan reliabilitas. Instrumen yang digunakan dalam mengukur variabel penelitian dijabarkan pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1 Instrumen pada setiap Variabel Penelitian**

No.	Variabel	Instrumen
1.	Kemampuan Berpikir Sistem	Soal Esai yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan
2.	Regulasi Metakognitif	Kuesioner <i>Metacognitive Awarness Inventory</i> (MAI) bagian regulasi metakognitif dan hasil modifikasi Isu

No.	Variabel	Instrumen
		energi alternatif sebelum dan sesudah perlakuan berbentuk pernyataan dan respon skala likert 1-4

Sebelum instrumen digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik, instrumen tes kemampuan berpikir sistem dan kuesioner regulasi metakognitif harus diuji terlebih dahulu. Instrumen penelitian yang baik harus memenuhi dua syarat utama, yaitu validitas dan reliabilitas. Validitas berkaitan dengan ketepatan instrumen dalam mengukur apa yang seharusnya diukur. MacKenzie et al. (2011) mendefinisikan validitas pengukuran sebagai "suatu ungkapan yang menunjukkan sejauh mana sebuah pengukuran mengukur apa yang seharusnya diukur." Validitas pengukuran merujuk pada sejauh mana hasil pengukuran yang diperoleh dari suatu instrumen sesuai dengan apa yang sebenarnya dimaksudkan untuk diukur oleh peneliti. Sedangkan reliabilitas mengacu pada konsistensi hasil pengukuran ketika digunakan berulang kali (Afifah, 2025). Reliabilitas berhubungan dengan konsistensi atau kestabilan hasil penilaian (Reynold, 2006). Sejalan dengan itu, Cohen (2007) mendefinisikan reliabilitas secara singkat sebagai tingkat kestabilan. Sementara itu, Ebel dan Frisbie (1991) menegaskan bahwa suatu tes dapat dianggap akurat, dapat diulang, dan dapat digeneralisasi pada berbagai kesempatan pengujian maupun instrumen yang sama apabila menunjukkan tingkat konsistensi yang tinggi.

Validitas yang digunakan oleh peneliti dalam adalah validitas dari aspek materi/isi, konstruk dan bahasa. Validitas isi bertujuan untuk menilai sejauh mana instrumen tes mencakup butir-butir yang relevan dan mewakili konten pembelajaran, sesuai dengan interpretasi hasil yang telah ditetapkan (Miller dkk., 2009). Menurut Azwar (2011), validitas isi dapat dilihat dari validitas kenampakan (*face validity*) dan validitas logika (*logical validity*), yang dapat diperkuat melalui penilaian ahli (*expert judgment*) dan perhitungan indeks seperti Aiken's V atau Content Validity Ratio (CVR). Proses penilaian ini dilakukan dengan memeriksa keterkaitan setiap butir soal dengan materi pelajaran secara representatif. Sementara itu, validitas konstruk bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana butir soal mampu mengukur aspek-aspek berpikir yang tercantum dalam indikator pembelajaran.

Validitas konstruk ini diuji melalui pencocokan antara butir soal dengan indikator berpikir yang relevan (Arikunto, 2015). Validitas bahasa digunakan untuk memastikan bahasa yang digunakan dalam instrumen tes sudah sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar serta komunikatif.

Peneliti meminta kesediaan lima orang validator yang terdiri dari tiga orang dosen dan dua orang guru dengan latar belakang di bidang fisika, evaluasi pembelajaran fisika, dan pendidikan, guna melakukan validasi terhadap instrumen tes yang telah disusun. Para validator diminta untuk menilai instrumen tes kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif melalui pengisian lembar validasi. Penilaian dilakukan dengan memberi tanda *checklist* (✓) pada kolom “V (Valid)” jika terdapat kecocokan antara instrumen tes dengan indikator penilaian dalam lembar validasi, dan pada kolom “TV (Tidak Valid)” jika tidak terdapat kecocokan. Selain itu, para ahli juga memberikan masukan pada kolom yang telah disediakan pada lembar validasi.

Selanjutnya, hasil validasi dari para ahli dianalisis menggunakan metode *Content Validity Ratio* (CVR) dan *Content Validity Index* (CVI) yang dikembangkan oleh Lawshe (1975). Metode CVR digunakan untuk menilai validitas isi dari setiap butir soal secara individual, sementara CVI dihitung sebagai rata-rata dari nilai CVR untuk mengukur validitas isi secara keseluruhan. Kedua metode ini digunakan untuk mengetahui tingkat kesepakatan para ahli terhadap kecocokan butir soal dengan konten dan aspek yang diukur. Adapun langkah-langkah analisis validitas menggunakan CVR dan CVI adalah sebagai berikut:

- 1) Menentukan skor tanggapan validator, seperti disajikan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2 Skor Tanggapan Validator**

Kriteria	Skor
Valid	1
Tidak Valid	0

- 2) Menghitung indeks CVR dengan rumus:

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}} \quad (3.1)$$

Keterangan:

$n_e$  = jumlah validator yang menyatakan Valid

$N$  = jumlah total validator

- 3) Menginterpretasikan indeks CVR berdasarkan kriteria seperti disajikan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3 Kriteria CVR**

Interval Indeks	Interpretasi
$0,00 < CVR \leq 0,50$	Tidak Sesuai
$0,50 < CVR < 1,00$	Sesuai

(Susetyo, 2015)

- 4) Menghitung indeks CVI (rata-rata CVR) dengan rumus:

$$CVI = \frac{\text{Jumlah Keseluruhan CVR}}{\text{Jumlah Butir Soal}} \quad (3.2)$$

- 5) Menginterpretasikan indeks CVI berdasarkan kriteria seperti disajikan pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4 Kriteria CVI**

Interval Indeks	Interpretasi
$0,00 < CVI \leq 0,50$	Tidak Sesuai
$0,50 < CVI < 1,00$	Sesuai

(Lawshe, 1975)

### 3.3.1 Instrumen Kemampuan Berpikir Sistem

Instrumen tes yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes untuk mengetahui keterampilan berpikir sistem peserta didik. Tes berpikir sistem ini berupa soal esai yang memenuhi indikator kemampuan berpikir sistem. Tes ini akan diberikan melalui dua tahap, yaitu tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*). Adapun kisi-kisi tes kemampuan berpikir sistem bisa dilihat pada tabel 3.5.

**Tabel 3.5 Kisi-kisi Tes Kemampuan Berpikir Sistem**

No.	Indikator	Jumlah
1.	Dimensi tersembunyi	1
2.	Pengakuan kausalitas	1
3.	Mengidentifikasi dan memahami umpan balik	1
4.	Memahami perilaku dinamis	1
5.	Melihat keseluruhan	1
6.	Memahami mekanisme sistem	1
7.	Prediksi masa depan	1
8.	Mengidentifikasi titik intervensi	1
Jumlah		8

(Diadaptasi dari indikator Feriver, 2019)

Untuk memastikan bahwa instrumen tersebut layak digunakan dalam pengumpulan data utama, dilakukan analisis kuantitatif menggunakan pendekatan CVR dan CVI serta model Rasch berbasis *software* Winsteps. Adapun hasil perhitungan indeks CVR dan CVI soal tes kemampuan berpikir sistem dan saran perbaikannya disajikan pada Tabel 3.6 sampai dengan Tabel 3.8.

**Tabel 3.6 Hasil Perhitungan CVR Soal Tes Kemampuan Berpikir Sistem**

Nomor Soal	N	$n_e$	Indkes CVR	Interpretasi
1	5	5	1,00	Sesuai
2	5	5	1,00	Sesuai
3	5	5	1,00	Sesuai
4	5	5	1,00	Sesuai
5	5	5	1,00	Sesuai
6	5	5	1,00	Sesuai
7	5	5	1,00	Sesuai
8	5	5	1,00	Sesuai

**Tabel 3.7 Hasil Perhitungan CVI Soal Tes Kemampuan Berpikir Sistem**

Indeks CVI	Interpretasi
1,00	Sesuai

**Tabel 3.8 Saran Perbaikan dari Validator untuk Soal Tes Kemampuan Berpikir Sistem**

Validator	Saran Perbaikan
Validator 1	Periksa kembali definisi sistem
Validator 2	Tambahkan stimulus pada soal, buat kata kunci pada rubrik penilaian
Validator 3	Periksa kembali penulisan agar sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar dan sederhanakan kembali kalimat agar mudah dipahami Peserta didik
Validator 4	Sebaiknya diberikan tren panas bumi di Indonesia agar Peserta didik dapat menganalisa seberapa besar tingkat optimal energi geothermal di Indonesia. Saran rujukan kalimat pertanyaan, “Bagaimana prediksimu terhadap pengembangan energi panas bumi yang dapat mempengaruhi sistem energi Indonesia dalam 10 tahun ke depan?”
Validator 5	Cukup tinjau kembali penulisan dan EYD dalam penulisan soal

Untuk mengetahui kualitas instrumen kemampuan berpikir sistem, dilakukan juga analisis menggunakan pendekatan model Rasch. Analisis ini bertujuan untuk melihat sejauh mana instrumen mampu mengukur kemampuan berpikir sistem secara andal dan valid. Ringkasan hasil analisis Rasch yang diperoleh disajikan pada Gambar 3.2.

INPUT: 84 Person 8 Item REPORTED: 84 Person 8 Item 4 CATS				WINSTEPS 3.73			
SUMMARY OF 84 MEASURED Person							
TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT		OUTFIT	
MEAN	12.2	8.0	.02	.47	1.04	.1	.99
S.D.	4.2	.0	.89	.05	.52	1.0	.55
MAX.	21.0	8.0	2.15	.73	3.56	3.6	3.56
MIN.	2.0	8.0	-2.55	.44	.24	-2.2	.27
REAL RMSE	.52	TRUE SD	.73	SEPARATION	1.41	Person RELIABILITY	.67
MODEL RMSE	.47	TRUE SD	.76	SEPARATION	1.62	Person RELIABILITY	.72
S.E. OF Person MEAN	= .10						
Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = 1.00							
CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .68							
SUMMARY OF 8 MEASURED Item							
TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT		OUTFIT	
MEAN	128.1	84.0	.00	.14	1.05	.2	.99
S.D.	51.4	.0	.99	.01	.23	1.4	.17
MAX.	198.0	84.0	1.81	.18	1.55	3.1	1.30
MIN.	39.0	84.0	-1.36	.13	.79	-1.6	.81
REAL RMSE	.15	TRUE SD	.97	SEPARATION	6.35	Item RELIABILITY	.98
MODEL RMSE	.14	TRUE SD	.97	SEPARATION	6.73	Item RELIABILITY	.98
S.E. OF Item MEAN	= .37						

Gambar 3.2 *Output Summary Statistics* Instrumen Kemampuan Berpikir Sistem

Berdasarkan hasil analisis Rasch di atas, terlihat bahwa sebanyak 84 responden dan 8 butir soal telah berhasil dianalisis. Nilai reliabilitas responden berdasarkan model RMSE sebesar 0.72 dan berdasarkan real RMSE sebesar 0.67, yang menunjukkan bahwa konsistensi pengukuran instrumen ini berada pada kategori cukup. Sementara itu, nilai reliabilitas butir soal (*item reliability*) mencapai 0.98 baik pada model maupun *real RMSE*, yang menunjukkan bahwa instrumen memiliki kualitas soal yang sangat baik dan mampu membedakan level kemampuan responden secara konsisten.

Nilai *separation person* sebesar 1.62 dan *separation item* sebesar 6.73 mengindikasikan bahwa instrumen ini dapat membedakan responden menjadi sekitar dua kelompok kemampuan yang berbeda, serta mampu mengelompokkan item menjadi sekitar tujuh tingkatan kesulitan. Hal ini menunjukkan bahwa variasi tingkat kesulitan item cukup beragam dan sesuai untuk mengukur kemampuan berpikir sistem.

Dari aspek kesesuaian data terhadap model (*fit statistics*), nilai rata-rata *outfit MNSQ* untuk responden adalah 0.99 dan untuk item adalah 0.99, yang mendekati nilai ideal 1.00, serta nilai ZSTD-nya masih dalam rentang  $\pm 2$ . Ini menunjukkan bahwa secara umum, data yang diperoleh sesuai dengan prediksi model Rasch. Tidak terdapat butir soal atau responden yang secara signifikan menyimpang dari model. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi kriteria sebagai alat ukur yang baik dalam menilai kemampuan berpikir sistem. Instrumen ini memiliki validitas dan reliabilitas yang memadai, serta mampu mengukur rentang kemampuan responden secara tepat.

### **3.3.2 Instrumen Regulasi Metakognitif**

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa kuesioner kesadaran metakognitif atau *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI) yang diadaptasi dari Schraw & Dennison (1994) dengan hanya mencuplik bagian Regulasi Kognisinya dan telah disesuaikan dengan materi energi alternatif. Tes regulasi metakognitif ini diberikan kepada peserta didik sebelum dan setelah diberikan pembelajaran PBL-MM. Dari lima puluh dua pernyataan dalam MAI, digunakan hanya tiga puluh lima pernyataan karena tujuh belas pernyataan lainnya merupakan dimensi Pengetahuan Kognisi. Instrumen ini menggunakan skala Likert 1-4 dengan pilihan sangat tidak setuju sampai sangat setuju. Adapun kisi-kisi instrumen regulasi kognisi yang diukur melalui hasil adaptasi MAI disajikan dalam tabel 3.9.

**Tabel 3.9 Kisi-kisi Instrumen Regulasi Metakognitif**

No.	Indikator Umum	Indikator Khusus	Jumlah Soal
1.	Perencanaan	Mengembangkan rencana untuk mencapai tujuan belajarnya	
		Merencanakan sumber referensi yang diperlukan untuk dapat mencapai tujuan belajarnya	7
		Merencanakan penggunaan waktu untuk mencapai tujuan belajarnya	
2.	Strategi mengelola informasi	Menggunakan strategi untuk dapat memahami informasi	10
		Menetapkan strategi belajar	
3.	Pemantauan komprehensi	Memantau proses belajar	
		Memantau pemahaman terhadap suatu hal	7
4.	Strategi Perbaikan	Menetapkan strategi belajar untuk meningkatkan pemahaman	5
5.	Evaluasi	Mengevaluasi proses belajar	
		Menentukan sejauh mana kebenaran tentang pemahaman pengetahuannya	6
		Jumlah	35

(Schraw &amp; Dennison, 1994)

Untuk memastikan bahwa instrumen tersebut layak digunakan dalam pengumpulan data utama, dilakukan analisis kuantitatif menggunakan pendekatan CVR dan CVI serta model Rasch berbasis software Winsteps. Hasil perhitungan indeks CVR dan CVI Kuesioner regulasi metakognitif dan saran perbaikannya disajikan pada Tabel 3.10. sampai dengan Tabel 3.12.

**Tabel 3.10 Hasil Perhitungan CVR Kuesioner Regulasi Metakognitif**

Nomor Soal	N	$n_e$	Indeks CVR	Interpretasi
1	5	5	1,00	Sesuai
2	5	5	1,00	Sesuai
3	5	5	1,00	Sesuai
4	5	5	1,00	Sesuai
5	5	5	1,00	Sesuai
6	5	5	1,00	Sesuai
7	5	5	1,00	Sesuai
8	5	5	1,00	Sesuai
9	5	5	1,00	Sesuai
10	5	5	1,00	Sesuai
11	5	5	1,00	Sesuai
12	5	5	1,00	Sesuai
13	5	5	1,00	Sesuai
14	5	5	1,00	Sesuai
15	5	5	1,00	Sesuai
16	5	5	1,00	Sesuai
17	5	5	1,00	Sesuai
18	5	5	1,00	Sesuai
19	5	5	1,00	Sesuai
20	5	5	1,00	Sesuai
21	5	5	1,00	Sesuai
22	5	5	1,00	Sesuai
23	5	5	1,00	Sesuai
24	5	5	1,00	Sesuai

Nomor Soal	N	$n_e$	Indeks CVR	Interpretasi
25	5	5	1,00	Sesuai
26	5	5	1,00	Sesuai
27	5	5	1,00	Sesuai
28	5	5	1,00	Sesuai
29	5	5	1,00	Sesuai
30	5	5	1,00	Sesuai
31	5	5	1,00	Sesuai
32	5	5	1,00	Sesuai
33	5	5	1,00	Sesuai
34	5	5	1,00	Sesuai
35	5	5	1,00	Sesuai

**Tabel 3.11 Hasil Perhitungan CVI Kuesioner Regulasi Metakognitif**

Indeks CVI	Interpretasi
1,00	Sesuai

**Tabel 3.12 Saran Perbaikan dari Validator untuk Kuesioner Regulasi Metakognitif**

Validator	Saran Perbaikan
Validator 1	Buatlah kalimat yang lebih sederhana agar tidak ambigu pada pernyataan nomor 15, tambahkan kata “telah” pada pernyataan nomor 18, perbaiki pernyataan nomor 23, revisi pernyataan nomor 35 agar bahasa yang digunakan lebih baku.
Validator 2	Buatlah kalimat yang lebih sederhana dan mudah dipahami oleh Peserta didik SMA

Validator	Saran Perbaikan
Validator 3	Periksa kembali penulisan agar sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia yang baik dan benar dan sederhanakan kembali kalimat agar mudah dipahami Peserta didik
Validator 4	-
Validator 5	Cukup tinjau kembali penulisan dan EYD dalam penulisan soal

Hasil perhitungan CVR dan CVI pada instrumen regulasi metakognitif menunjukkan bahwa seluruh soal dikategorikan sesuai (valid). Meskipun dikatakan sesuai, namun terdapat beberapa saran dari para validator dan telah dilakukan perbaikan. Hasil perhitungan CVR dan CVI pada kuesioner regulasi metakognitif menunjukkan bahwa semua butir item yang berjumlah 35 buah dikategorikan sesuai (valid). Perbaikan dari saran validator juga telah dilakukan pada kuesioner ini. Untuk mengetahui kualitas instrumen regulasi metakognitif, dilakukan juga analisis menggunakan model Rasch. Analisis ini bertujuan untuk melihat sejauh mana instrumen mampu mengukur regulasi metakognitif secara andal dan valid. Ringkasan hasil analisis Rasch yang diperoleh disajikan pada Gambar 3.3.

INPUT: 84 Person 35 Item REPORTED: 84 Person 35 Item 4 CATS WINSTEPS 3.73							
SUMMARY OF 84 MEASURED Person							
TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD
MEAN 99.1	35.0	.63	.27	.99	-.3	.99	-.3
S.D. 11.2	.0	.83	.02	.55	2.3	.55	2.3
MAX. 129.0	35.0	3.34	.36	2.42	4.6	2.46	4.5
MIN. 68.0	35.0	-1.36	.24	.12	-5.6	.12	-5.7
REAL RMSE .30	TRUE SD .78	SEPARATION 2.58	Person RELIABILITY .87				
MODEL RMSE .27	TRUE SD .79	SEPARATION 2.87	Person RELIABILITY .89				
S.E. OF Person MEAN = .09							
Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .99 CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .89							
SUMMARY OF 35 MEASURED Item							
TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD
MEAN 237.9	84.0	.00	.18	1.01	.0	.99	-.1
S.D. 19.1	.0	.59	.01	.25	1.5	.25	1.6
MAX. 279.0	84.0	1.24	.20	1.77	4.2	1.79	4.3
MIN. 194.0	84.0	-1.39	.16	.50	-3.9	.51	-3.8
REAL RMSE .18	TRUE SD .56	SEPARATION 3.05	Item RELIABILITY .90				
MODEL RMSE .18	TRUE SD .57	SEPARATION 3.21	Item RELIABILITY .91				
S.E. OF Item MEAN = .10							

Gambar 3.3 *Output Summary Statistics* Instrumen Regulasi Metakognitif

Berdasarkan hasil analisis pada Gambar 3.3, diketahui bahwa instrumen regulasi metakognitif terdiri dari 35 butir soal yang telah diuji terhadap 84 responden. Nilai reliabilitas responden berdasarkan model RMSE mencapai 0.89, dan nilai reliabilitas butir soal mencapai 0.91. Keduanya menunjukkan kategori sangat tinggi, yang mengindikasikan bahwa instrumen ini memiliki tingkat konsistensi dan stabilitas yang sangat baik dalam mengukur regulasi metakognitif.

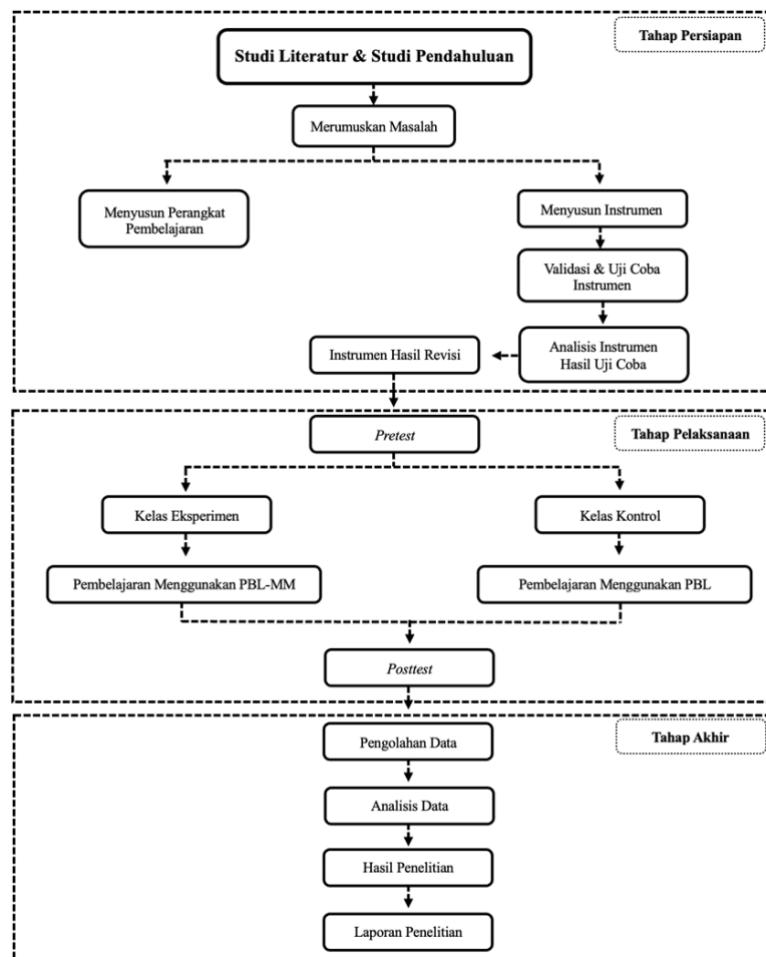
Tingkat person separation sebesar 2.87 menunjukkan bahwa instrumen ini mampu membedakan responden menjadi setidaknya tiga kelompok kemampuan yang berbeda, sedangkan item separation sebesar 3.21 mengindikasikan bahwa item mampu diklasifikasikan ke dalam lebih dari tiga tingkat kesulitan. Hal ini memperkuat bukti bahwa variasi soal yang disusun cukup beragam dan proporsional untuk mengukur seluruh spektrum regulasi metakognitif.

Dari segi kesesuaian data terhadap model, nilai outfit dan infit MNSQ baik pada tingkat responden maupun item berkisar mendekati nilai ideal 1.00, dengan ZSTD sebagian besar berada dalam rentang  $\pm 2$ . Hal ini menunjukkan bahwa data yang diperoleh sesuai dengan harapan model Rasch, dan tidak terdapat penyimpangan signifikan baik dari sisi responden maupun item. Nilai reliabilitas uji KR-20 sebesar 0.89 juga menunjukkan bahwa instrumen ini memiliki konsistensi internal yang sangat baik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa instrumen regulasi metakognitif yang dikembangkan memenuhi syarat sebagai alat ukur yang valid dan reliabel dalam konteks penelitian ini.

### 3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini memiliki tiga tahapan yaitu persiapan, pelaksanaan dan akhir. Pada tahap persiapan, proses dimulai dengan melakukan studi literatur dan studi pendahuluan. Kegiatan ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi, latar belakang, permasalahan dan landasan teori yang diperlukan sebagai fondasi bagi pelaksanaan penelitian. Selanjutnya, dilakukan pengembangan instrumen, yang mencakup analisis uji coba instrumen. Tahap ini sangat penting untuk memastikan kualitas dan keandalan alat ukur yang akan digunakan dalam penelitian. Rangkaian tahap persiapan ini diakhiri dengan penyusunan perangkat pembelajaran yang akan

diterapkan dalam proses pembelajaran. Memasuki tahap pelaksanaan, penelitian dimulai dengan pemberian *Pretest* untuk mengukur kondisi awal peserta didik. Kemudian, terdapat perbedaan perlakuan antara Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol. Pada Kelas Eksperimen, diterapkan Model PBL dengan *Mind Map* (PBL-MM), sedangkan Kelas Kontrol menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBL) saja. Setelah perlakuan, dilaksanakan *Posttest* untuk mengukur hasil akhir dari proses pembelajaran. Pada tahap akhir, data kuantitatif yang diperoleh dari penelitian melalui *Pretest* dan *Posttest* dianalisis secara mendalam. Hasil analisis data kemudian disusun dalam bentuk temuan dan kesimpulan penelitian. Tahap ini merupakan puncak dari keseluruhan proses penelitian, di mana peneliti menghasilkan temuan-temuan penting serta menarik kesimpulan yang dapat memberikan kontribusi berharga bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik pembelajaran. Ilustrasi prosedur penelitian disajikan pada Gambar 3.4.



**Gambar 3.4 Prosedur Penelitian**

### 3.5 Analisis Data

Adapun teknik analisis data pada setiap pertanyaan penelitian akan dijelaskan pada tabel 3.13.

**Tabel 3.13Teknik Analisis Data pada Setiap Pertanyaan Penelitian**

No.	Pertanyaan Penelitian	Teknik Analisis Data
1.	Bagaimana peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik yang mengikuti model PBL-MM dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti model PBL pada isu energi alternatif?	Peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik diperoleh dari data kuantitatif nilai <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> dan dianalisis menggunakan N-Gain
2.	Bagaimana peningkatan regulasi metakognitif peserta didik yang mengikuti model PBL-MM dibandingkan dengan peserta didik yang mengikuti model PBL pada isu energi alternatif?	Peningkatan regulasi metakognitif peserta didik diperoleh dari data kuantitatif nilai <i>pre-test</i> dan <i>post-test</i> dan dianalisis menggunakan teknik <i>Stacking</i> , Rasch Model
3.	Bagaimana hubungan antara kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif?	Uji statistik berupa uji korelasi Spearman antara skor kemampuan berpikir sistem dan skor regulasi metakognitif dengan bantuan <i>software</i> SPSS

#### 3.5.1 Analisis Data Peningkatan Kemampuan Berpikir Sistem

Untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir sistem Peserta didik setelah diterapkan model PBL-MM, dilakukan analisis N-Gain dari hasil *Pretest* dan *Posttest*. Analisis ini dipilih karena N-Gain mampu mengukur efektivitas pembelajaran dengan melihat selisih skor sebelum dan sesudah perlakuan yang telah dinormalisasi terhadap skor maksimum yang mungkin dicapai, sehingga memberikan gambaran yang proporsional tentang peningkatan yang terjadi (Hake, 1998). Menurut Hake (1998), N-Gain adalah metode yang umum digunakan untuk

menilai sejauh mana pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman Peserta didik. Nilai N-Gain (g) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$g = \frac{\text{Skor Pretest} - \text{Skor Posttest}}{\text{Skor Maksimal} - \text{Skor Pretest}} \quad (3.3)$$

(Hake, 1998)

Menurut Hake (1998), hasil perhitungan gain dinormalisasi dibagi ke dalam tiga kategori seperti disajikan pada Tabel 3.14.

**Tabel 3.14 Kategori NGain**

Rentang g	Kategori
$0,00 < g \leq 0,30$	Rendah
$0,30 < g \leq 0,70$	Sedang
$0,70 < g \leq 1,00$	Tinggi

(Hake, 1998)

### 3.5.2 Analisis Data Peningkatan Regulasi Metakognitif

Peningkatan regulasi metakognitif peserta didik dianalisis berdasarkan data kuantitatif hasil *pre-test* dan *post-test* pada kelas eksperimen maupun kontrol dengan menggunakan pemodelan Rasch melalui bantuan perangkat lunak Winstep versi 4.5.0 dengan teknik *stacking*. Pemodelan Rasch dipilih karena memiliki keunggulan dalam menghasilkan analisis yang berfokus pada individu (*individual-centered statistics*) (Sunjaya dkk., 2021). Data *pre-test* dan *post-test* kemudian dikonversi ke dalam skala pengukuran dengan interval yang setara. Melalui pendekatan ini, data ordinal diubah menjadi data rasio yang memungkinkan dilakukan analisis statistik. Perbandingan rasio tersebut menggambarkan keterkaitan antara tingkat kemampuan peserta didik (*person ability*) dengan tingkat kesulitan butir soal (*item difficulty*) (Boone, 2016). Proses transformasi menggunakan fungsi logaritma untuk memperoleh ukuran dengan interval yang sama, yang selanjutnya menghasilkan satuan baru yang disebut logit (*log odds unit*) (Tesio dkk., 2022). Lebih lanjut, Sumintono dan Widhiarso (2015) menyatakan bahwa probabilitas *odd ratio* individu dapat dihitung melalui persamaan dalam berikut.

$$Odd\ ratio = \frac{P}{N-P} \quad (3.4)$$

Keterangan:

$P$  = Jumlah soal yang dikerjakan Peserta didik

$N$  = Total soal yang diujikan

Nilai probabilistik *odd ratio* diubah menjadi bentuk logaritma untuk menghasilkan skala dengan interval yang sama. Rumus untuk logit (*unit log odds*) yang dikemukakan oleh Sumintono dan Widhiarso (2015) adalah sebagai berikut:

$$Logit = \log \frac{P}{N-P} \quad (3.5)$$

Dalam penelitian ini, regulasi metakognitif peserta didik diukur melalui nilai logit serta perubahan posisi pada *vertical ruler*. Analisis dilakukan dengan metode *stacking* untuk membandingkan perkembangan kemampuan peserta didik pada siklus pertama (*pre-test*) dan siklus kedua (*post-test*) (Anselmi dkk., 2015; Sunjaya dkk., 2021). Berdasarkan nilai logit yang diperoleh, peserta didik kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkat keterampilan dengan mengacu pada *Logit Value of Person* (LVP) (Lihat Tabel 10) (Ramdani dkk., 2024). LVP sendiri merupakan skala logaritmik yang merepresentasikan probabilitas keberhasilan individu dalam menjawab suatu butir soal berdasarkan tingkat kemampuan yang dimiliki dan kesulitan soal tersebut. Pemilihan teknik *stacking* didasarkan pada kemampuannya memberikan pengukuran yang lebih presisi dan mendalam terhadap perubahan kemampuan peserta didik. Selain itu, metode ini juga efektif dalam menangani data yang heterogen serta meningkatkan validitas dan reliabilitas hasil analisis. Dengan demikian, peningkatan kemampuan yang teridentifikasi dapat diyakini sebagai hasil dari intervensi pembelajaran yang diterapkan, bukan akibat faktor luar yang tidak terkendali (Fauziah & Sukmawati, 2023; Shanti dkk., 2022).

Berdasarkan nilai logit yang diperoleh melalui pemodelan Rasch, peserta didik selanjutnya dikelompokkan ke dalam kategori tingkat keterampilan menggunakan acuan *Logit Value of Person* (LVP). Pengelompokan ini bertujuan untuk memudahkan interpretasi perubahan kemampuan regulasi metakognitif dari *pre-test* ke *post-test*. Setiap rentang LVP menunjukkan tingkat keterampilan

tertentu, mulai dari kategori sangat rendah hingga sangat tinggi. Dengan demikian, klasifikasi ini tidak hanya menggambarkan perbedaan kemampuan antarindividu, tetapi juga memungkinkan analisis yang lebih detail mengenai peningkatan keterampilan yang terjadi pada masing-masing peserta didik. Adapun kategori perubahan tingkat keterampilan siswa berdasarkan LVP dapat dilihat pada Tabel 3.16 berikut.

**Tabel 3.15 Kategori perubahan tingkat keterampilan siswa (LVP)**

Range of LVP	Kategori
$LVP \geq M + SD$	Sangat Tinggi
$M \leq LVP < M + SD$	Tinggi
$M - SD \leq LVP < M$	Sedang
$LVP < M - SD$	Rendah

(Soeharto &Caspó, 2022)

### 3.5.3 Analisis Data Hubungan Kemampuan Berpikir Sistem dan Regulasi

#### Metakognitif

Analisis data hubungan kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat keterkaitan antara kedua variabel tersebut. Hubungan ini diuji dengan menggunakan analisis korelasi. Sebelum uji korelasi dilakukan, data terlebih dahulu diuji asumsi statistiknya, meliputi uji normalitas dan uji linearitas. Apabila data berdistribusi normal dan menunjukkan hubungan linear, maka digunakan uji korelasi *Pearson Product Moment*. Namun, apabila salah satu asumsi tidak terpenuhi, maka digunakan uji non-parametrik *Spearman Rank Correlation* (Santoso, 2014).

Data yang dianalisis merupakan hasil *post-test*, dengan jumlah responden sebanyak 30 Peserta didik (kelas eksperimen). Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- $H_0$  (Hipotesis nol): Tidak terdapat hubungan yang signifikan antara kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif.
- $H_1$  (Hipotesis alternatif): Terdapat hubungan yang signifikan antara kemampuan berpikir sistem dan regulasi metakognitif.

Pengambilan keputusan dalam uji korelasi dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut:

- Jika nilai signifikansi (Sig. 2-tailed)  $< 0,05$ , maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima (terdapat hubungan yang signifikan).
- Jika nilai signifikansi  $\geq 0,05$ , maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak (tidak terdapat hubungan yang signifikan).

Kategori untuk menginterpretasi koefisien korelasi disajikan pada tabel 3.16.

**Tabel 3.16 Kategori Koefisien Korelasi**

Koefisien korelasi (r)	Kategori
$0,81 \leq r \leq 1$	Sangat kuat
$0,61 \leq r \leq 0,80$	Kuat
$0,41 \leq r \leq 0,60$	Sedang
$0,21 \leq r \leq 0,40$	Rendah
$0 \leq r \leq 0,20$	Sangat rendah

(Matlock & Hetzel, 1997)

Dengan demikian, melalui analisis ini dapat diketahui apakah peningkatan kemampuan berpikir sistem berasosiasi dengan peningkatan regulasi metakognitif, atau sebaliknya, apakah keduanya berkembang secara independen. Hasil analisis hubungan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai interaksi antara kemampuan berpikir sistem dengan regulasi metakognitif dalam belajar (Dinsmore et al., 2008; Schraw & Moshman, 1995).