

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development* atau R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan e-modul interaktif berbasis POGIL sebagai media pendukung pembelajaran materi kalor. Gall dkk. (2003) menjelaskan bahwa R&D adalah model pengembangan yang menghasilkan produk atau metode baru, yang kemudian diuji, dievaluasi, dan diperbaiki untuk mencapai standar efektivitas dan kualitas. Sugiyono (2017) menambahkan bahwa metode R&D tidak hanya menghasilkan produk, tetapi juga menguji efektivitas penggunaan produk tersebut.

Menurut Santyasa (2009), penelitian pengembangan memiliki empat ciri utama. Pertama, penelitian ini bertujuan menyelesaikan masalah nyata dengan mengembangkan inovasi atau penerapan teknologi dalam pembelajaran untuk meningkatkan kualitas pendidikan. Kedua, fokusnya adalah mengembangkan model, pendekatan, metode, dan media pembelajaran yang efektif dalam membantu siswa mencapai kompetensi. Ketiga, proses pengembangan melibatkan validasi melalui uji ahli dan uji coba terbatas agar produk yang dihasilkan benar-benar bermanfaat dan dapat dipertanggungjawabkan secara akademik. Keempat, seluruh proses pengembangan dan dokumentasi harus dilakukan secara sistematis dan dilaporkan sesuai standar penelitian untuk menunjukkan keaslian dan kualitasnya.

Penelitian pengembangan (R&D) ini menggunakan dua jenis metode, yaitu metode deskriptif dan evaluatif. Metode deskriptif diterapkan pada tahap awal penelitian untuk mengumpulkan informasi terkait tiga aspek penting. Pertama, melakukan analisis terhadap produk sejenis yang sudah ada sebagai acuan dalam mengembangkan produk baru. Kedua, mengidentifikasi karakteristik serta kebutuhan para pengguna, yang meliputi institusi pendidikan, guru, dan siswa. Ketiga, menginventarisasi faktor-faktor pendukung seperti sumber daya manusia, fasilitas, dana, dan kondisi lingkungan yang tersedia. Sementara itu, metode

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

evaluatif digunakan pada tahap pengujian produk yang dikembangkan. Selama proses pengembangan, produk diuji melalui beberapa tahapan uji coba yang disertai dengan evaluasi menyeluruh terhadap proses dan hasilnya. Evaluasi dari setiap tahap uji coba kemudian dianalisis dan digunakan sebagai dasar untuk memperbaiki serta menyempurnakan produk. Dengan cara ini, produk yang dihasilkan dapat mencapai kualitas yang optimal dan teruji efektivitasnya (Gall dkk., 2003).

3.2 Partisipan

Partisipan dalam penelitian ini terdiri dari siswa kelas XI di salah satu Madrasah Aliyah (MA) Negeri di Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur, serta guru yang mengampu mata pelajaran fisika.

3.3 Populasi dan Sampel

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI di salah satu MA Negeri di Kabupaten Nganjuk, dengan sampel yang diambil secara *purposive sampling*, yaitu pemilihan kelas secara sengaja berdasarkan kriteria tertentu yang relevan dengan tujuan penelitian (Creswell & Clark, 2018; Nyimbili & Nyimbili, 2024). Metode *purposive sampling* dipilih untuk memastikan sampel memiliki karakteristik yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan e-modul, seperti akses perangkat digital, kesiapan infrastruktur, karakteristik pembelajaran, kemampuan awal siswa, dan fasilitas pendukung. Dengan cara ini, pengembangan produk dapat difokuskan pada kelompok yang tepat sehingga hasil penelitian menjadi lebih efektif dan bermakna bagi peningkatan pembelajaran.

3.4 Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini, digunakan instrumen yang terdiri dari tes dan non-tes. Berikut adalah penjelasan mengenai instrumen yang digunakan:

Tabel 3. 1 Instrumen Penelitian

Kebutuhan Data	Instrumen	Sumber Data	Penerapan
Analisis kebutuhan terkait penggunaan e-modul dalam	Lembar wawancara dan angket.	Guru dan siswa SMA Kabupaten Nganjuk	Studi Lapangan (<i>Analyze</i>)

Kebutuhan Data	Instrumen	Sumber Data	Penerapan
pembelajaran fisika.			
Profil berpikir tingkat tinggi pada topik Kalor di lapangan	Instrumen tes berupa tiga soal esai berpikir tingkat tinggi tentang materi Kalor, yang diadopsi dari Daulay (2022).	Siswa SMA kelas XI	
Profil <i>self-regulated learning</i> siswa di lapangan.	Kuesioner MSLQ yang digunakan terdiri dari 30 butir pernyataan dan diadopsi dari Pintrich (1991).	Siswa SMA kelas XI	
Validitas e-modul	Lembar validasi ahli yang mencakup aspek substansi instruksional, kebahasaan, dan media.	Validator ahli	
Kepraktisan e-modul	Lembar angket kepraktisan e-modul interaktif berbasis POGIL.		
Validasi empiris tes berpikir tingkat tinggi	Lembar validasi untuk tes berpikir tingkat tinggi berupa 10 soal esai pada materi kalor.	Siswa SMA Kelas XI	Perancangan (<i>Design</i>) dan Pengembangan (<i>Development</i>)
Validasi empiris kuesioner <i>self-regulated learning</i> .	Lembar validasi kuesioner <i>self-regulated learning</i> tentang materi kalor terdiri dari 30 butir pernyataan.		
Peningkatan berpikir tingkat tinggi	Instrumen tes berpikir tingkat tinggi pada materi kalor.	Siswa SMA kelas XI	Implementasi (<i>Implementation</i>) sebelum dan setelah <i>treatment</i>

Kebutuhan Data	Instrumen	Sumber Data	Penerapan
Peningkatan <i>self-regulated learning</i>	Lembar kuesioner <i>self-regulated learning</i> pada materi kalor.		
Keterlaksanaan Pembelajaran	Lembar keterlaksanaan pembelajaran.	Guru pengampu mata pelajaran fisika	Implementasi (<i>Implementation</i>) setelah pembelajaran
Respon siswa terhadap e-modul yang dikembangkan	Lembar angket respon siswa.		Implementasi (<i>Implementation</i>) setelah <i>treatment</i> (kelas eksperimen)

3.4.1 Instrumen Uji Validitas E-Modul Interaktif berbasis POGIL

Validasi produk bertujuan untuk menguji kelayakan e-modul interaktif berbasis POGIL pada materi kalor sebelum diterapkan dalam pembelajaran. Instrumen yang digunakan untuk uji validitas adalah lembar angket validasi yang nantinya akan diisi oleh ahli media dan materi, yang merupakan dosen Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia dan praktisi pendidikan, yaitu Guru pengampu mata pelajaran Fisika di SMA/MA. Tujuan dari uji kelayakan ini adalah untuk mengidentifikasi kekurangan dan kelemahan yang ada dalam e-modul, sehingga perbaikan dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas modul tersebut. Menurut Kemendikbud (2017), E-Modul ini diuji kelayakannya berdasarkan empat aspek utama:

1. Aspek substansi: Penilaian ini mencakup keakuratan konsep, cakupan materi, prosedur, ilustrasi, simbol, kemutakhiran informasi, serta pengembangan kecakapan hidup siswa.
2. Aspek instruksional: Mencakup kesesuaian dengan struktur e-modul, keruntutan penyajian konsep, penugasan, keterlibatan siswa, kesesuaian ilustrasi, serta kemampuan modul dalam membangkitkan motivasi belajar.
3. Aspek kebahasaan: Mencakup kesesuaian bahasa dengan kaidah yang berlaku, interaksi yang dialogis, konsistensi penggunaan simbol dan istilah, serta kemudahan pemahaman informasi oleh siswa.

4. Aspek media: Mencakup desain modul, ukuran huruf, kualitas ilustrasi, aksesibilitas, dan tata letak yang mendukung penggunaan modul.

Berikut adalah langkah-langkah dalam melakukan uji validitas e-modul:

1. Peneliti menyusun daftar aspek atau kriteria media pembelajaran yang akan dinilai oleh para validator, seperti substansi, instruksional, bahasa, dan media.
2. Peneliti memilih sejumlah ahli yang berkompeten dalam bidang media pembelajaran atau materi terkait untuk memberikan penilaian terhadap e-modul yang dikembangkan.
3. Peneliti menentukan skala penilaian yang digunakan, yaitu skala likert 1 sampai 5, dengan keterangan : Tidak Sesuai (1), Kurang Sesuai (2), Cukup Sesuai (3), Sesuai (4), dan Sangat Sesuai (5), yang diadaptasi dari Riduwan (2008).
4. Peneliti membagikan lembar penilaian kepada para validator untuk memberikan skor pada setiap aspek media pembelajaran sesuai skala yang telah ditentukan.
5. Peneliti mengumpulkan semua skor dari setiap validator dan menjumlahkan nilai yang diberikan pada masing-masing aspek.
6. Peneliti menghitung nilai maksimal dan minimal yang diperoleh untuk setiap aspek berdasarkan jumlah validator dan skala penilaian yang digunakan.
7. Peneliti menghitung persentase validitas dengan metode penilaian terakumulasi (MSR/ *Method of Summated Ratings*) (Akbar, 2022).
8. Peneliti mengambil kesimpulan tentang kelayakan e-modul berdasarkan persentase validitas sesuai dengan kriteria yang dikemukakan oleh Akbar (2022).

3.4.2 Instrumen Keterbacaan E-Modul

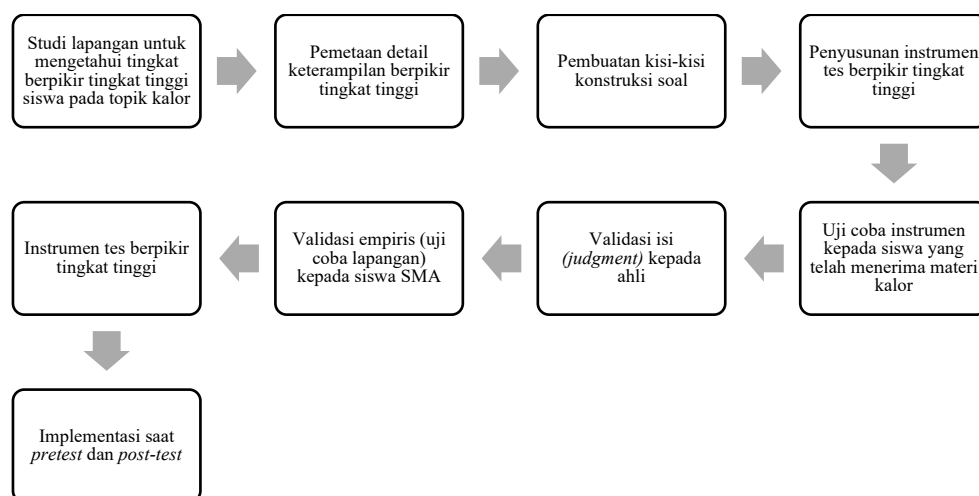
Analisis keterbacaan e-modul bertujuan untuk melihat seberapa efektif e-modul bisa digunakan oleh siswa. Penilaian ini dilakukan melalui percobaan pengajaran dengan memakai e-modul yang sudah diperbaiki sesuai saran dari para

validator (Afan dkk., 2023). Instrumen keterbacaan e-modul yang digunakan dalam penelitian ini diadaptasi dari Sarip dkk. (2022) dan mencakup tiga aspek utama, yaitu:

1. Aspek format: menilai tampilan *cover* dan isi e-modul yang menarik, kemudahan penggunaan e-modul berbentuk *website* sederhana untuk belajar materi kalor, serta pemilihan *font* dan ukuran teks yang memudahkan pembacaan. Selain itu, tata letak teks, gambar, video, dan elemen visual lain di dalam e-modul dinilai terstruktur dengan baik, dan penggunaan tombol interaktif seperti *hyperlink* dirancang agar mudah diakses serta memberikan pengalaman yang nyaman bagi pengguna.
2. Aspek bahasa: mengevaluasi penggunaan bahasa yang sederhana, jelas, komunikatif, dan sesuai dengan tingkat pemahaman siswa, termasuk petunjuk dan instruksi yang tidak membingungkan.
3. Aspek materi: menilai sejauh mana isi e-modul mampu meningkatkan minat belajar siswa, menambah pengetahuan khususnya materi kalor, menyajikan materi yang mudah dipahami, serta menyediakan soal atau latihan yang dapat memperdalam pemahaman siswa.

3.4.3 Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi Materi Kalor

Instrumen tes berpikir tingkat tinggi yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari 10 butir soal esai yang mengacu pada Revisi Taksonomi Bloom dari Anderson & Krathwohl (2001), yaitu C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta). Tes ini diberikan kepada kelas eksperimen dan kontrol masing-masing sebanyak dua kali, yaitu *pretest* dan *post-test*. Tes yang digunakan merupakan data primer, yaitu data yang dikumpulkan langsung dari siswa melalui soal tes. Berikut adalah alur pengembangan dan matriks instrumen tes berpikir tingkat tinggi:



Gambar 3. 1 Alur pengembangan instrumen berpikir tingkat tinggi materi kalor

Tabel 3. 2 Matriks instrumen tes berpikir tingkat tinggi pada materi kalor

Sub Konsep	Indikator Berpikir Tingkat Tinggi	Indikator Soal	Nomor Soal
Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Suhu Zat	Menganalisis (C4) <i>Differentiating</i> (Membedakan): Definisi: Kemampuan untuk membedakan, menyendirikan, memilah, memfokuskan, atau memilih	Disajikan gambar dua <i>beaker glass</i> yang berisi Zat Cair A dan Zat Cair B, dengan massa, jumlah kalor, dan waktu pemanasan yang sama, Peserta didik mampu membedakan karakteristik kedua zat cair berdasarkan perbedaan suhu yang dicapai setelah dipanaskan	1
Pemuaian Zat	memilih antara bagian yang relevan dan tidak relevan, atau yang penting dan tidak penting dari materi yang disajikan.	Disajikan gambar dua logam yang memiliki panjang awal yang sama, menerima jumlah kalor yang sama, dan dipanaskan dalam waktu yang sama, Peserta Didik mampu membedakan karakteristik kedua logam berdasarkan perbedaan pertambahan panjangnya setelah dipanaskan.	3
Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Wujud Zat	Menganalisis (C4) <i>Attributing</i> (Mengatribusikan) Definisi: Kemampuan untuk mendekonstruksi atau memecah	Disajikan gambar dua gelas air minum kemasan yang salah satunya membeku sehingga menjadi menggebung, Peserta didik mampu menemukan pesan tersirat dari peningkatan volume saat air berubah wujud dari cair	2

Sub Konsep	Indikator Berpikir Tingkat Tinggi	Indikator Soal	Nomor Soal
	materi yang disajikan dengan	menjadi es meskipun massanya tidak berubah.	
Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Wujud Zat	cara mengidentifikasi sudut pandang, bias, nilai, atau tujuan yang mendasari informasi tersebut, serta menganalisis makna tersirat yang terkandung dalam informasi tersebut.	Disajikan gambar kaleng bekas minuman berisi suatu zat disertai dengan termometer di dalamnya yang dijemur di bawah sinar matahari, peserta didik mampu menemukan pesan tersirat dari kondisi suhu zat yang tidak mengalami peningkatan meskipun terus dipanaskan.	9
Perpindahan Kalor	Mengevaluasi (C5) Checking (Memeriksa) Definisi: Kemampuan untuk melakukan <i>penilaian atau pemeriksaan, pengujian</i> , terhadap nilai, kekuatan, kelemahan, atau kesalahan dari suatu hal, bisa proses, produk, kesimpulan, dan lain-lain.	Diberikan fenomena fisik tentang sensasi dingin yang dirasakan saat tangan menyentuh es batu, peserta didik mampu memeriksa dan menilai kebenaran argumen yang diberikan berdasarkan prinsip perpindahan kalor secara konduksi.	4
Pemuaian Zat		Diberikan penjelasan mengenai pemuaian zat cair, peserta didik mampu memeriksa dan menilai kebenaran informasi yang diberikan berdasarkan prinsip pemuaian zat cair dan perbedaan antara pemuaian zat cair dan zat padat secara sistematis dan objektif.	5
Asas Black	Mengevaluasi (C5) Critiquing (Mengkritik) Definisi: Kemampuan dalam menilai informasi, argumentasi, atau hipotesis, dengan cara yang sistematis dan objektif berdasarkan kriteria atau standar.	Diberikan pernyataan mengenai perpindahan kalor antara dua benda dengan suhu yang berbeda, peserta didik mampu mengkritik dan menilai pendapat berdasarkan konsep Asas Black, serta menemukan kesalahan atau kelemahan dalam argumen secara logis.	7
Pemuaian Zat		Diberikan situasi dan gambar mengenai dua gelas yang tertumpuk dan sulit dipisahkan, peserta didik mampu mengkritik	8

Sub Konsep	Indikator Berpikir Tingkat Tinggi	Indikator Soal	Nomor Soal
		dan menilai tindakan yang dilakukan Ibu untuk memisahkan gelas secara sistematis dan logis berdasarkan konsep pemuaian zat padat.	
Perpindahan Kalor	Mencipta (C6) Formulating (Merumuskan) Definisi: Kemampuan dalam menggambarkan masalah, membuat pilihan, hipotesis, atau mencari beragam solusi yang memenuhi kriteria tertentu.	Diberikan situasi berkemah di dataran tinggi yang jauh dari pemukiman, peserta didik mampu merumuskan berbagai solusi dengan menyebutkan sebanyak mungkin wadah untuk menggantikan panci kecil dalam memasak air berdasarkan prinsip perpindahan kalor (konduksi).	6
	Mencipta (C6) Planning (Merencanakan) Definisi: kemampuan dalam mengembangkan dan menyusun, mendeskripsikan, atau memilih rencana yang tepat untuk mencapai tujuan atau menyelesaikan masalah.	Diberikan situasi mengenai eksperimen perubahan suhu pada berbagai benda yang dipanaskan dengan radiasi, peserta didik mampu merencanakan eksperimen yang tepat untuk menguji pengaruh radiasi terhadap perubahan suhu pada benda-benda tersebut.	10

3.4.3.1 Validitas Isi

Sebelum digunakan dalam penelitian, instrumen tes diuji terlebih dahulu untuk memastikan bahwa instrumen tersebut valid dan reliabel. Uji validitas bertujuan untuk mengetahui seberapa baik alat ukur tersebut mampu mengukur hal yang memang ingin diukur. Menurut Ghazali (2005), uji validitas dilakukan untuk menilai apakah suatu instrumen dapat dianggap sah atau valid. Instrumen dikatakan memiliki validitas tinggi jika mampu memberikan hasil pengukuran yang tepat dan sesuai dengan tujuan penggunaan instrumen tersebut.

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

Pada penelitian ini, uji validitas isi dilakukan dengan melibatkan lima ahli, yaitu tiga dosen dari program studi Magister Pendidikan Fisika UPI dan dua guru yang mengampu pelajaran Fisika di SMA/MA. Para ahli tersebut menilai apakah setiap soal dalam tes benar-benar mengukur proses berpikir yang sesuai dan merepresentasikan konsep yang ingin diukur. Validasi isi ini mengevaluasi tiga aspek menggunakan lembar penilaian, yaitu aspek materi, konstruksi soal, dan bahasa. Berikut disajikan tabel yang menjelaskan deskripsi penilaian yang digunakan dalam lembar validasi tersebut.

Tabel 3. 3 Deskripsi Penilaian Ahli Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

No	Aspek	Indikator
1.	Materi	1. Kesesuaian butir soal dengan indikator soal.
		2. Indikator soal menggunakan kalimat sesuai dengan aspek berpikir tingkat tinggi yang diukur.
		3. Kesesuaian butir soal dengan aspek berpikir tingkat tinggi yang diukur.
		4. Rubrik penskoran dan kunci jawaban sudah sesuai dengan soal dan indikator soal.
		5. Kesesuaian butir soal dengan konsep atau teori fisika.
2.	Konstruksi	6. Butir soal dirumuskan dengan jelas dan benar.
		7. Ilustrasi berupa gambar, grafik, tabel, atau diagram disajikan dengan jelas dan berfungsi dengan baik.
		8. Butir soal tidak memberikan langkah penyelesaian atau petunjuk jawaban yang benar.
		9. Penyelesaian butir soal membutuhkan pemahaman konsep yang benar.
		10. Butir soal menuntut kemandirian peserta didik untuk berpikir tingkat tinggi.
3.	Bahasa	11. Kalimat dalam butir soal komunikatif dan mudah dipahami.
		12. Kalimat dalam butir tidak menimbulkan ambiguitas atau salah penafsiran.

Diadaptasi dari (Mardianti, 2024)

Para ahli memberikan penilaian terhadap setiap butir soal menggunakan lima kategori, yaitu “Sangat Sesuai (5)”, “Sesuai (4)”, “Cukup Sesuai (3)”, “Kurang Sesuai (2)”, dan “Tidak Sesuai (1)”. Penilaian ini dilakukan pada 10 butir soal oleh sejumlah validator. Hasil penilaian tersebut kemudian dianalisis secara kuantitatif dengan menggunakan perhitungan indeks validasi metode Aiken. Metode Aiken ini

bertujuan untuk mengukur tingkat kesesuaian atau validitas setiap butir soal berdasarkan penilaian para ahli (Soesana dkk., 2023). Rumus yang digunakan untuk menghitung indeks validitas dengan metode Aiken adalah sebagai berikut (Aiken, 1980):

$$V = \frac{\Sigma(r-l_0)}{n(c-1)} \quad (3.1)$$

Keterangan:

V = Indeks kesepakatan ahli terkait validasi butir (Indeks Aiken)

r = Skor yang ditetapkan oleh validator

l_0 = Skor terendah dalam kategori pen-skoran yang ditetapkan peneliti

n = Jumlah validator

c = Skor tertinggi dalam kategori pen-skoran yang ditetapkan peneliti

Selanjutnya, hasil V yang diperoleh dari perhitungan indeks validitas Aiken akan dikelompokkan ke dalam beberapa kategori dengan ketentuan sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Kategori Indeks Aiken's V

Indeks Aiken's V	Interpretasi Validitas
$0,80 \leq V < 1,00$	Tinggi
$0,40 \leq V < 0,80$	Sedang
$0,00 \leq V < 0,40$	Rendah

(Retnawati, 2016)

Rekapitulasi validitas isi instrumen berpikir tingkat tinggi berdasarkan perhitungan indeks Aiken's V di atas menghasilkan hasil-hasil sebagai berikut:

Tabel 3. 5 Rekapitulasi Validitas Isi Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

Butir Soal	Indeks Aiken's V			V rata-rata	Interpretasi Validitas
	Materi	Konstruksi	Bahasa		
1	0,86	0,92	0,83	0,87	Tinggi
2	0,93	0,92	0,88	0,91	Tinggi
3	0,90	0,88	0,90	0,89	Tinggi
4	0,93	0,81	0,88	0,87	Tinggi
5	0,93	0,80	0,90	0,88	Tinggi
6	0,93	0,82	0,93	0,89	Tinggi
7	0,91	0,84	0,93	0,89	Tinggi
8	0,92	0,92	0,92	0,92	Tinggi
9	0,92	0,94	0,93	0,93	Tinggi
10	0,92	0,83	0,90	0,88	Tinggi

Butir Soal	Indeks Aiken's V	V rata-rata	Interpretasi Validitas
Materi	Konstruksi	Bahasa	
V rata-rata		0,80	Tinggi

Pada Tabel 3.5, rekapitulasi validitas isi instrumen berpikir tingkat tinggi berdasarkan indeks Aiken's V menunjukkan bahwa seluruh butir soal memiliki validitas yang tinggi. Setiap soal dinilai berdasarkan tiga aspek, yaitu materi, konstruksi, dan bahasa, dan memperoleh nilai Aiken's V yang konsisten tinggi. Rata-rata Aiken's V untuk seluruh butir soal berada di atas 0,80, yang mengindikasikan bahwa para ahli menilai soal-soal tersebut sangat tepat dalam mengukur konstruksi berpikir tingkat tinggi pada materi kalor. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen ini telah dirancang dengan baik dan dapat diandalkan untuk menilai berpikir tingkat tinggi siswa. Dengan demikian, soal-soal dalam instrumen ini relevan, sesuai, dan memenuhi standar validitas yang diperlukan untuk pengukuran yang akurat.

3.4.3.2 Validitas Konstruk

Uji validitas konstruk bertujuan untuk mengukur sejauh mana item soal dan komponen tes sesuai dengan konstruk yang ingin diukur (Sumintono & Widhiarso, 2015). Dalam penelitian ini, analisis validitas konstruk dilakukan menggunakan pemodelan Rasch, yang dikenal sebagai unidimensionalitas. Unidimensionalitas digunakan untuk mengevaluasi apakah instrumen tes yang dikembangkan mengukur aspek yang dimaksud, sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada *software* Winsteps versi 3.73, unidimensionalitas dapat dilihat melalui nilai *raw variance explained by measures* yang terdapat pada *output table 23: Item Dimensionality*. Kriteria unidimensionalitas berdasarkan analisis Rasch mengacu pada pedoman Sumintono & Widhiarso (2015), dapat dilihat pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Kriteria Nilai Unidimensionalitas Instrumen

Nilai Raw Variance Explained by Measures (%)	Kriteria
>60	Istimewa
>40	Sesuai
>20	Terpenuhi

(Sumintono & Widhiarso, 2015)

Selain nilai *raw variance explained by measures*, unidimensionalitas instrumen juga dapat dievaluasi melalui nilai *unexplained variance in 1st contrast*. Kriteria penilaian untuk nilai *unexplained variance in contrasts* ini merujuk pada pedoman dari Fisher (2007), yang disajikan pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Kriteria Nilai Unexplained Variance in Contrasts 1 – 5

Nilai <i>Unexplained Variance in Contrasts 1 – 5 (%)</i>	Kriteria
< 3	Istimewa
$3 \leq x < 5$	Sangat Baik
$5 \leq x < 10$	Baik
$10 \leq x < 15$	Cukup Baik
> 15	Buruk

(W. P. Fisher, 2007)

Hasil dari analisis unidimensionalitas instrumen berpikir tingkat tinggi dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance (in Eigenvalue units)

	— Empirical —	Modeled
Total raw variance in observations =	17.2 100.0%	100.0%
Raw variance explained by measures =	7.2 41.9%	40.8%
Raw variance explained by persons =	4.1 23.5%	22.9%
Raw Variance explained by items =	3.2 18.4%	17.9%
Raw unexplained variance (total) =	10.0 58.1%	100.0% 59.2%
Unexplnd variance in 1st contrast =	2.3 13.1%	22.6%
Unexplnd variance in 2nd contrast =	1.9 10.8%	18.5%
Unexplnd variance in 3rd contrast =	1.7 9.9%	17.0%
Unexplnd variance in 4th contrast =	1.1 6.4%	11.0%
Unexplnd variance in 5th contrast =	.9 5.3%	9.1%

Gambar 3. 2 *Item Dimensionality* Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

Pada Gambar 3.2, ditemukan bahwa nilai *raw variance explained by measures* sebesar 41,9% menunjukkan bahwa instrumen berpikir tingkat tinggi pada materi kalor ini memenuhi kriteria unidimensionalitas yang ditetapkan oleh Sumintono & Widhiarso (2015) dan termasuk dalam kategori “sesuai.” Di sisi lain, nilai *unexplained variance in 1st contrast* yang sebesar 2,3% menunjukkan hasil yang sangat baik, karena berada dalam kategori “Istimewa”.

Setelah instrumen diuji validitasnya secara keseluruhan, tahap selanjutnya adalah melakukan uji validitas pada setiap item soal secara terpisah. Uji ini juga menggunakan analisis pemodelan Rasch untuk menilai kualitas setiap butir item soal. Informasi mengenai validitas item dapat ditemukan pada *table 10: Item fit order* yang terdapat dalam menu *output tables* pada *software* Winstep. Penilaian kualitas item dilakukan dengan melihat nilai *outfit mean square* (MNSQ), *outfit Z-standard* (ZSTD), dan *point measure correlation* (Pt Measure Corr.). *Outfit MNSQ*

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

digunakan untuk melihat apakah item dalam tes sesuai dengan model pengukuran yang digunakan. Kemudian, *Outfit Z-STD* mengukur seberapa besar perbedaan antara nilai *outfit MNSQ* yang sebenarnya dan yang diharapkan. Sementara itu, *PT Measure Correlation* mengukur seberapa besar hubungan antara item soal dengan total skor tes, apakah item tersebut benar-benar mengukur apa yang seharusnya diukur dalam tes. Ketiga indikator ini memiliki batasan nilai tertentu yang harus dipenuhi agar item soal dapat dianggap valid. Berdasarkan Sumintono & Widhiarso (2015), kriteria penerimaan nilai-nilai tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.8.

Apabila nilai *item fit* tersebut berada dalam rentang yang telah ditetapkan, maka butir soal tersebut dinyatakan valid. Interpretasi kriteria statistik *item fit* ini mengacu pada pedoman dari Sumintono & Widhiarso (2015), yang disajikan dalam Tabel 3.9.

Tabel 3. 8 Kriteria Penerimaan Item Fit Statistics

Item Fit	Kriteria Penerimaan
<i>Outfit MNSQ</i>	$0,5 < MNSQ < 1,5$
<i>Outfit ZSTD</i>	$-2,0 < ZSTD < 2,0$
<i>PT Measure Corr.</i>	$0,64 < PT - Measure Corr < 0,85$

(Sumintono & Widhiarso, 2015)

Tabel 3. 9 Kriteria dan Interpretasi Item Fit Statistics Kualitas Butir Soal

Kriteria	Interpretasi	Keterangan
Tiga kriteria terpenuhi	Sangat Sesuai	Layak digunakan
Dua dari tiga kriteria terpenuhi	Sesuai	
Satu dari tiga kriteria terpenuhi	Kurang Sesuai	Tidak layak digunakan
Tidak ada kriteria yang terpenuhi	Tidak Sesuai	

(Sumintono & Widhiarso, 2015)

Berdasarkan hasil analisis menggunakan pemodelan Rasch, diperoleh bukti bahwa instrumen ini valid untuk digunakan dalam penelitian yang mengukur berpikir tingkat tinggi siswa pada materi kalor. Gambar 3.3 memperlihatkan *output table 10: Item fit order*, yang berfungsi untuk mengevaluasi kesesuaian setiap *item* soal berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.

Item STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFINIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD	PT-MEASURE CORR.	EXP.	EXACT OBS%	MATCH EXP%	Item
2	121	33	-1.24	.40	1.05	.3	1.36	1.0	A .36	.55	72.7	77.2	S2
8	107	33	.42	.31	1.15	.8	1.15	.7	B .44	.59	51.5	58.8	S8
6	104	33	.71	.31	1.13	.7	1.11	.6	C .66	.59	54.5	58.1	S6
9	105	33	.62	.31	1.05	.3	1.05	.3	D .65	.59	39.4	57.9	S9
5	100	33	1.09	.31	1.01	.1	.99	.0	E .55	.58	66.7	59.1	S5
4	117	33	-.67	.36	.85	-.6	.96	.0	e .65	.58	66.7	70.9	S4
3	110	33	.12	.32	.95	-.2	.94	-.2	d .40	.59	57.6	59.5	S3
10	107	33	.42	.31	.88	-.5	.89	-.5	c .83	.59	57.6	58.8	S10
7	112	33	-.09	.33	.85	-.6	.85	-.6	b .59	.59	66.7	63.1	S7
1	122	33	-1.40	.41	.77	-.7	.81	-.3	a .57	.54	81.8	78.3	S1
MEAN	110.5	33.0	.00	.34	.97	-.1	1.01	.1			61.5	64.2	
S.D.	7.0	.0	.80	.04	.12	.5	.16	.5			11.3	7.7	

Gambar 3. 3 Hasil Analisis Validitas Konstruk Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

Sebelum melakukan analisis lebih mendalam, Tabel 3.10 menyajikan tingkat kesesuaian setiap butir soal dari instrumen berpikir tingkat tinggi pada materi kalor. Tabel ini memberikan gambaran mengenai sejauh mana setiap item dalam instrumen memenuhi kriteria kecocokan yang telah ditetapkan berdasarkan hasil uji validitas konstruk dan analisis Rasch.

Tabel 3. 10 Validitas Konstruk Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

Butir Soal	Outfit MNSQ	ZSTD	PT MEASURE CORR.	Keadaan	Interpretasi
1	0,81	-0,30	0,57	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
2	1,36	1,00	0,36	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
3	0,94	-0,20	0,40	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
4	0,96	0,00	0,65	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
5	0,99	0,00	0,55	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
6	1,11	0,60	0,66	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
7	0,85	-0,60	0,59	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
8	1,15	0,70	0,44	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
9	1,05	0,30	0,65	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai

Butir Soal	Outfit		PT		Keadaan	Interpretasi
	MNSQ	ZSTD	MEASURE	CORR.		
10	0,89	-0,50	0,83		Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai

Berdasarkan hasil yang ditampilkan dalam Tabel 3.10, hampir seluruh butir item memenuhi ketiga kriteria yang telah ditentukan, dengan nilai MNSQ yang berada dalam batas yang dapat diterima. Namun, pada item nomor 2, nilai PT Measure Corr. sebesar 0,36 belum memenuhi standar yang diharapkan. Meski demikian, item tersebut tetap dianggap layak karena memenuhi sebagian besar kriteria yang ditentukan. Secara umum, mayoritas butir item dalam instrumen ini dapat dikategorikan “sangat sesuai” karena memenuhi ketiga kriteria evaluasi dengan hasil yang mendekati standar yang ditetapkan. Hal ini menandakan bahwa instrumen berpikir tingkat tinggi pada materi kalor ini cukup valid dan reliabel untuk digunakan dalam penelitian.

3.4.3.3 Uji Reliabilitas

Reliabilitas instrumen mengacu pada tingkat konsistensi atau kestabilan skor (Johnson & Christensen, 2019) (Johnson & Christensen, 2019). Dengan kata lain, jika instrumen digunakan untuk mengukur kemampuan peserta didik pada waktu tertentu, hasil skor yang diperoleh seharusnya tidak mengalami perubahan signifikan saat tes tersebut diulang pada waktu berbeda (Sumintono & Widhiarso, 2015). Dalam penelitian ini, uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan pemodelan Rasch melalui *software* Winsteps versi 3.7. Data hasil uji reliabilitas dapat ditemukan pada bagian *output table 3.1: Summary statistics*. Menurut Sumintono & Widhiarso (2015), tiga indikator utama yang digunakan untuk mengukur reliabilitas dalam Rasch Model, yaitu *person reliability*, *item reliability*, *Cronbach's Alpha*, dan *separation*, semuanya mengacu pada kriteria yang dijelaskan oleh mereka dalam pedoman analisis Rasch:

1. *Person dan Item Reliability*: kedua indikator ini digunakan untuk mengukur tingkat keandalan hasil dari respin peserta (*person*) dan kualitas butir soal (*item*). *Person reliability* mencerminkan konsistensi jawaban siswa,

sementara *item reliability* menggambarkan konsistensi butir soal dalam instrumen. Berikut adalah kriteria untuk menilai *person* dan *item reliability*:

Tabel 3. 11 Kriteria Person dan Item Reliability

Nilai <i>Person</i> dan <i>Item Reliability</i>	Interpretasi
$PR/IR > 0,94$	Istimewa
$0,91 < PR/IR < 0,94$	Baik Sekali
$0,81 < PR/IR < 0,90$	Baik
$0,67 < PR/IR < 0,80$	Cukup
$PR/IR < 0,67$	Lemah

(Sumintono & Widhiarso, 2015)

2. *Cronbach's Alpha*: Indikator ini mengukur reliabilitas keseluruhan antara interaksi siswa (*person*) dan soal (*item*). Nilai *Cronbach's Alpha* yang tinggi menunjukkan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik. Untuk interpretasi lebih lanjut mengenai nilai *Cronbach's Alpha*, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 12 Interpretasi Nilai Cronbach Alpha

Nilai <i>Cronbach's Alpha</i>	Interpretasi
$0,8 \leq \alpha$	Sangat Baik
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Baik
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Cukup
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Buruk
$\alpha < 0,5$	Sangat Buruk

(Sumintono & Widhiarso, 2015)

3. *Separation*: Indikator ini untuk mengklasifikasikan peserta didik dan item soal. Nilai *separation* yang lebih tinggi menunjukkan bahwa instrumen tersebut lebih efektif dalam membedakan antara responden dan item soal. Pengelompokkan siswa dan item soal dapat ditentukan sesuai dengan Persamaan 3.2 (Sumintono & Widhiarso (2015).

$$H = \frac{[(4 \times separation) + 1]}{3} \quad (3.2)$$

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan pemodelan Rasch melalui software Winstep versi 3.73, hasil uji yang ditampilkan dalam *output tabel 3.1 Summary Statistics* dapat dilihat pada Gambar 3.4.

SUMMARY OF 33 MEASURED Person								
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD
MEAN	33.5	10.0	1.16	.61	.98	.0	1.01	.1
S.D.	3.8	.0	1.23	.07	.32	.8	.39	.9
MAX.	38.0	10.0	2.91	.79	1.95	2.0	1.91	1.9
MIN.	26.0	10.0	-1.20	.54	.37	-1.9	.38	-1.9
REAL RMSE	.65	TRUE SD	1.04	SEPARATION	1.61	Person	RELIABILITY	.72
MODEL RMSE	.62	TRUE SD	1.06	SEPARATION	1.72	Person	RELIABILITY	.75
S.E. OF Person MEAN = .22								
Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = 1.00								
CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .78								
SUMMARY OF 10 MEASURED Item								
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD
MEAN	110.5	33.0	.00	.34	.97	-.1	1.01	.1
S.D.	7.0	.0	.80	.04	.12	.5	.16	.5
MAX.	122.0	33.0	1.09	.41	1.15	.8	1.36	1.0
MIN.	100.0	33.0	-1.40	.31	.77	-.7	.81	-.6
REAL RMSE	.34	TRUE SD	.72	SEPARATION	2.10	Item	RELIABILITY	.81
MODEL RMSE	.34	TRUE SD	.73	SEPARATION	2.14	Item	RELIABILITY	.82
S.E. OF Item MEAN = .27								

Gambar 3. 4 *Summary Statistics* Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

Berdasarkan hasil uji reliabilitas instrumen berpikir tingkat tinggi pada materi kalor yang ditunjukkan pada Gambar 3.4, instrumen ini menunjukkan tingkat keandalan yang baik. Nilai *person reliability* sebesar 0,75 (kategori "cukup"), menunjukkan kemampuan instrumen dalam membedakan antara siswa dengan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang berbeda. Sementara itu, nilai *item reliability* 0,82 (kategori "baik") menunjukkan bahwa item-item dalam instrumen ini memiliki konsisten dan dapat diandalkan untuk mengukur konstruk berpikir tingkat tinggi pada materi kalor.

Selain itu, nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,78 masuk dalam kategori "baik", yang menunjukkan bahwa instrumen ini memiliki konsistensi internal yang memadai. Artinya, item-item dalam tes ini saling berhubungan dengan baik dan secara keseluruhan mengukur konstruk yang sama, yaitu berpikir tingkat tinggi. Secara keseluruhan, berdasarkan kriteria yang dijelaskan oleh Sumintono & Widhiarso (2015), hasil uji reliabilitas ini menunjukkan bahwa instrumen berpikir tingkat tinggi pada materi kalor memiliki tingkat keandalan yang sangat baik dan dapat diandalkan untuk digunakan dalam penelitian yang mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa.

3.4.3.4 Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran digunakan untuk mengklasifikasikan item soal ke dalam kategori mudah, sedang, atau sulit. Penentuan tingkat kesukaran ini dilakukan dengan analisis pemodelan Rasch yang dapat dilihat melalui *output table 13: Item Measure* pada *software* Winstep versi 3.7. Tingkat kesukaran item soal dapat ditentukan berdasarkan nilai *measure* (ME) dan standar deviasi (SD), yang didapatkan dengan membandingkan nilai *logit* ME pada setiap item dengan nilai SD. Nilai *logit* (*log odds unit*) adalah skala dengan interval yang konsisten dan bersifat linear yang berasal dari data rasio (*odds ratio*) (Sumintono & Widhiarso, 2015). Tingkat kesukaran masing-masing soal dapat diinterpretasikan dengan merujuk pada Tabel 3.13.

Tabel 3. 13 Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal

Nilai <i>Measure Logit</i>	Interpretasi
$ME > SD$	Sangat Sulit
$0 < ME \leq 1SD$	Sulit
$-1SD \leq ME < 0$	Mudah
$ME < -1SD$	Sangat Mudah

(Sumintono & Widhiarso, 2015)

Berikut adalah hasil dari analisis tingkat kesulitan butir soal pada instrumen berpikir tingkat tinggi yang ditampilkan pada Gambar 3.5. Kolom *Entry Number* menunjukkan nomor urut setiap butir soal yang telah disesuaikan dengan tingkat kesulitannya, yang ditentukan berdasarkan nilai *Measure* (ME). Nilai ini berkaitan dengan kolom *Total Score*, yang menunjukkan jumlah jawaban benar.

Item STATISTICS: MEASURE ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PT-MEASURE CORR.	EXP.	EXACT MATCH OBS%	MATCH EXP%	Item
5	100	33	1.09	.31	1.01	.1	.99	.0	.55	.58	66.7	59.1	S5
6	104	33	.71	.31	1.13	.7	1.11	.6	.66	.59	54.5	58.1	S6
9	105	33	.62	.31	1.05	.3	1.05	.3	.65	.59	39.4	57.9	S9
8	107	33	.42	.31	1.15	.8	1.15	.7	.44	.59	51.5	58.8	S8
10	107	33	.42	.31	.88	-.5	.89	-.5	.83	.59	57.6	58.8	S10
3	110	33	.12	.32	.95	-.2	.94	-.2	.40	.59	57.6	59.5	S3
7	112	33	-.09	.33	.85	-.6	.85	-.6	.59	.59	66.7	63.1	S7
4	117	33	-.67	.36	.85	-.6	.96	.0	.65	.58	66.7	70.9	S4
2	121	33	-1.24	.40	1.05	.3	1.36	1.0	.36	.55	72.7	77.2	S2
1	122	33	-1.40	.41	.77	-.7	.81	-.3	.57	.54	81.8	78.3	S1
MEAN	110.5	33.0	.00	.34	.97	-.1	1.01	.1			61.5	64.2	
S.D.	7.0	.0	.80	.04	.12	.5	.16	.5			11.3	7.7	

Gambar 3. 5 Tingkat Kesukaran Butir Soal Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

Pada Gambar 3.5, nilai standar deviasi (S.D.) tercatat sebesar 0,80. Oleh karena itu, analisis lebih lanjut mengenai tingkat kesukaran butir soal yang terdapat pada Gambar 3.5 berdasarkan Tabel 3.13 disajikan dalam Tabel 3.14 berikut ini.

Tabel 3. 14 Tingkat Kesukaran Butir Soal pada Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

Indikator Berpikir Tingkat Tinggi	Butir Soal	Measure	Tingkat Kesukaran
C4	1	-1,40	Sangat Mudah
	2	-1,24	Sangat Mudah
	3	0,12	Mudah
	9	0,62	Sulit
C5	4	-0,67	Mudah
	5	1,09	Sangat Sulit
	7	-0,09	Mudah
	8	0,42	Sulit
C6	6	0,71	Sulit
	10	0,42	Sulit

Berdasarkan Tabel 3.14, tingkat kesukaran butir soal pada instrumen berpikir tingkat tinggi bervariasi dari sangat mudah hingga sangat sulit. Butir soal pada indikator C4 sebagian besar tergolong sangat mudah hingga sulit, sedangkan pada indikator C5 ditemukan butir dengan tingkat kesulitan mulai dari mudah hingga sangat sulit. Pada indikator C6, semua butir termasuk kategori sulit. Variasi tingkat kesukaran ini menunjukkan bahwa instrumen mampu mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa secara menyeluruh dengan tantangan yang sesuai pada berbagai tingkat kemampuan, sehingga mendukung validitas dan efektivitas instrumen dalam mengukur materi kalor.

3.4.3.5 Daya Pembeda

Daya pembeda menunjukkan sejauh mana sebuah item soal dapat membedakan antara individu dengan kemampuan tinggi dan rendah (Sumintono & Widhiarso, 2015). Dalam penelitian ini, daya pembeda dianalisis menggunakan pemodelan Rasch melalui *software* Winstep versi 3.73 dengan memperhatikan nilai *Point Measure Correlation* (Pt Mean Corr). Nilai ini menggambarkan hubungan antara tingkat kesulitan setiap item soal dengan tingkat kesulitan tes secara keseluruhan. Nilai 1 menunjukkan korelasi sempurna antara respons individu

terhadap item dan kemampuan mereka, sedangkan nilai 0 berarti tidak ada hubungan antara respons item tersebut dengan keseluruhan tes. Nilai negatif menandakan bahwa item soal memiliki kelemahan sehingga perlu direvisi atau dihapus (Smiley, 2015). Interpretasi daya pembeda untuk masing-masing item dapat dilihat pada Tabel 3.15 berikut.

Tabel 3. 15 Interpretasi Daya Pembeda Butir Soal

Nilai <i>Pt Mean Corr.</i>	Interpretasi
$Pt\ Mean\ Corr. \geq 0,40$	Sangat Baik
$0,40 < Pt\ Mean\ Corr. \leq 0,30$	Baik
$0,30 < Pt\ Mean\ Corr. \leq 0,20$	Kurang Baik
$Pt\ Mean\ Corr. < 0,20$	Buruk

(Smiley, 2015)

Berikut adalah hasil dari analisis daya pembeda butir soal pada instrumen berpikir tingkat tinggi yang ditampilkan pada Tabel 3.16.

Tabel 3. 16 Daya Pembeda Butir Soal Instrumen Berpikir Tingkat Tinggi

Indikator Berpikir Tingkat Tinggi	Butir Soal	PT Mean Corr.	Interpretasi
C4	1	0,57	Sangat Baik
	2	0,36	Baik
	3	0,40	Sangat Baik
	9	0,65	Sangat Baik
C5	4	0,65	Sangat Baik
	5	0,55	Sangat Baik
	7	0,59	Sangat Baik
	8	0,44	Sangat Baik
C6	6	0,66	Sangat Baik
	10	0,83	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 3.16, daya pembeda butir soal pada instrumen berpikir tingkat tinggi menunjukkan hasil yang sangat baik secara keseluruhan. Mayoritas item memiliki nilai *Pt Mean Corr.* di atas 0,40, yang mengindikasikan kemampuan soal dalam membedakan peserta didik dengan tingkat kemampuan yang berbeda. Beberapa butir pada indikator C4 memiliki nilai daya pembeda antara 0,36 hingga 0,65, dengan kategori baik hingga sangat baik. Sedangkan pada indikator C5 dan C6, seluruh item memperoleh nilai *Pt Mean Corr.* di atas 0,44, termasuk kategori sangat baik. Nilai tertinggi ditemukan pada butir 10 dengan skor 0,83, yang

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

menunjukkan daya pembeda yang sangat kuat. Hal ini menandakan bahwa instrumen ini efektif dalam membedakan tingkat kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi kalor dapat digunakan sebagai alat ukur yang valid dan andal.

3.4.4 Kuesioner *Self-Regulated Learning* Materi Kalor

Kuesioner *self-regulated learning* adalah alat pengukuran non-tes yang dirancang untuk mengumpulkan data tentang kemampuan siswa dalam mengatur dan mengelola proses belajar mereka secara mandiri. Kuesioner ini diadaptasi dari *Motivated Strategies for Learning Questionnaire* (MSLQ) yang dikembangkan oleh Pintrich dkk. (1991). Dalam penelitian ini, kuesioner MSLQ digunakan sebelum dan sesudah intervensi untuk mengukur perubahan atau peningkatan *self-regulated learning* siswa setelah menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL. Kuesioner SRL yang digunakan telah disesuaikan dengan konteks pembelajaran fisika dan melalui proses validasi serta diuji coba pada siswa. Berikut ini adalah kisi-kisi pernyataan dari kuesioner SRL yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 3. 17 Kisi-Kisi Kuesioner Self-Regulated Learning

Aspek SRL	Butir Pernyataan		Total
	Positif	Negatif	
<i>Rehearsal</i>	2, 3	4, 7	4
<i>Elaboration</i>	14, 26	10	3
<i>Organization</i>	23, 27	9	3
<i>Critical Thinking</i>	29	13, 17	3
<i>Metacognitive Self-Regulation</i>	1, 6, 15	5, 19	5
<i>Time and Study Environment</i>	21, 22	25	3
<i>Effort Regulation</i>	24	11, 20	3
<i>Peer-Learning</i>	8, 18	28	3
<i>Help-Seeking</i>	12, 30	16	3
Total			30

3.4.4.1 Validitas Isi

Dalam penelitian ini, uji validitas isi kuesioner *self-regulated learning* materi kalor dilakukan dengan melibatkan lima ahli, terdiri dari tiga dosen Program Studi Magister Pendidikan Fisika UPI dan dua guru yang mengampu pelajaran Fisika di tingkat SMA/MA. Para ahli diminta untuk menilai apakah setiap

pernyataan dalam kuesioner dapat dengan tepat mengukur kemampuan siswa dalam mengatur belajarnya secara mandiri. Validasi isi ini difokuskan pada dua aspek utama, yaitu konteks dan bahasa, yang dievaluasi melalui lembar penilaian. Deskripsi penilaian yang digunakan oleh para ahli dalam lembar validasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.18, yang merinci indikator penilaian untuk masing-masing aspek.

Tabel 3. 18 Deskripsi Penilaian Validator Kuesioner Self-Regulated Learning

No.	Aspek	Indikator
1	Konteks	1. Pernyataan sesuai dengan aspek regulasi, strategi belajar, dan fase <i>self-regulated learning</i> dari <i>framework</i> Pintrich (1991). 2. Pernyataan dapat mengungkap aspek <i>self-regulated learning</i> yang dimiliki oleh peserta didik.
2	Bahasa	1. Menggunakan bahasa yang sesuai dengan kaidah Bahasa Indonesia. 2. Menggunakan bahasa sederhana dan komunikatif. 3. Tidak menggunakan kata atau kalimat yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian.

(Adaptasi dari Halilah (2024))

Para ahli menilai setiap butir pernyataan dengan lima kategori, yaitu “Sangat Sesuai (5)”, “Sesuai (4)”, “Cukup Sesuai (3)”, “Kurang Sesuai (2)”, dan “Tidak Sesuai (1)”. Penilaian ini diterapkan pada 30 butir pernyataan oleh validator, dan hasilnya dianalisis secara kuantitatif menggunakan perhitungan indeks validitas metode Aiken (Soesana dkk., 2023). Perhitungan ini bertujuan untuk menentukan sejauh mana tiap butir pernyataan valid dan sesuai dalam mengukur aspek SRL. Berdasarkan hasil perhitungan indeks Aiken’s V, validitas isi instrumen ini akan dievaluasi untuk memastikan kuesioner dapat digunakan secara tepat dalam mengukur *self-regulated learning* pada materi kalor.

Selanjutnya, rekapitulasi validitas isi kuesioner *self-regulated learning* berdasarkan perhitungan indeks Aiken’s V disajikan dalam Tabel 3.19. Tabel ini menggambarkan hasil validitas dari setiap butir pernyataan dalam kuesioner yang telah dinilai oleh para ahli.

Tabel 3. 19 Rekapitulasi Validitas Isi Kuesioner Self-Regulated Learning

Butir Pernyataan	Indeks Aiken's V Konteks	Bahasa	V rata-rata	Interpretasi Validitas
1	0,95	0,85	0,90	Tinggi
2	0,95	0,90	0,93	Tinggi
3	1,00	0,95	0,98	Tinggi
4	1,00	0,95	0,98	Tinggi
5	1,00	1,00	1,00	Tinggi
6	0,95	1,00	0,98	Tinggi
7	1,00	0,80	0,90	Tinggi
8	1,00	0,95	0,98	Tinggi
9	0,95	0,95	0,95	Tinggi
10	1,00	0,95	0,98	Tinggi
11	1,00	0,95	0,98	Tinggi
12	1,00	1,00	1,00	Tinggi
13	0,95	0,95	0,95	Tinggi
14	0,95	0,85	0,90	Tinggi
15	1,00	0,95	0,98	Tinggi
16	0,95	0,95	0,95	Tinggi
17	0,85	0,95	0,90	Tinggi
18	0,85	1,00	0,93	Tinggi
19	1,00	0,90	0,95	Tinggi
20	1,00	0,95	0,98	Tinggi
21	1,00	1,00	1,00	Tinggi
22	1,00	1,00	1,00	Tinggi
23	1,00	0,90	0,95	Tinggi
24	1,00	1,00	1,00	Tinggi
25	1,00	1,00	1,00	Tinggi
26	1,00	0,95	0,98	Tinggi
27	1,00	0,95	0,98	Tinggi
28	0,95	0,95	0,95	Tinggi
29	0,95	0,90	0,93	Tinggi
30	1,00	0,95	0,98	Tinggi

Rekapitulasi validitas isi kuesioner *self-regulated learning* berdasarkan perhitungan indeks Aiken's V yang ditampilkan dalam Tabel 3.19 menunjukkan hasil yang sangat baik untuk setiap butir pernyataan. Tabel tersebut mengindikasikan bahwa seluruh butir soal memiliki nilai Aiken's V yang tinggi, dengan nilai rata-rata untuk setiap butir pernyataan mencapai 0,90 atau lebih, yang menandakan validitas yang sangat tinggi. Sebagian besar butir soal memiliki nilai Aiken's V yang konsisten, menandakan bahwa pernyataan-pernyataan dalam

kuesioner ini secara tepat mengukur konstruk *self-regulated learning* pada materi kalor, baik dari segi konteks maupun bahasa. Secara keseluruhan, hasil validitas yang tinggi ini menunjukkan bahwa kuesioner yang digunakan dalam penelitian ini dapat diandalkan untuk mengukur kemampuan siswa dalam mengelola pembelajaran secara mandiri. Dengan demikian, instrumen ini terbukti efektif untuk mengukur *self-regulated learning* siswa dalam konteks materi kalor.

3.4.4.2 Validitas Konstruk

Uji validitas konstruk untuk kuesioner *self-regulated learning* pada materi kalor dilakukan dengan melibatkan 33 siswa SMA kelas XII yang telah mempelajari materi tersebut. Analisis validitas konstruk ini menggunakan teknik pemodelan Rasch berbantuan *software* Winsteps 3.73, yang dikenal dengan istilah unidimensionalitas (Sumintono & Widhiarso, 2015). Hasil dari analisis dapat dilihat pada *output table 23: Item dimensionality* yang ditunjukkan pada Gambar 3.6 berikut:

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance (in Eigenvalue units)				
		-- Empirical --		Modeled
Total raw variance in observations =	41.5	100.0%		100.0%
Raw variance explained by measures =	11.5	27.8%		26.2%
Raw variance explained by persons =	4.3	10.3%		9.7%
Raw Variance explained by items =	7.3	17.5%		16.4%
Raw unexplained variance (total) =	30.0	72.2%	100.0%	73.8%
Unexplnd variance in 1st contrast =	3.5	8.4%	11.7%	
Unexplnd variance in 2nd contrast =	2.9	7.0%	9.7%	
Unexplnd variance in 3rd contrast =	2.5	6.0%	8.3%	

Gambar 3. 6 Item Dimensionality Kuesioner *Self-Regulated Learning*

Pada Gambar 3.6, nilai *raw variance explained by measures* menunjukkan hasil sebesar 27,8%. Berdasarkan kriteria dari Sumintono & Widhiarso (2015), hal ini menunjukkan bahwa unidimensionalitas dari kuesioner SRL ini telah “terpenuhi”. Selain itu, nilai *unexplained variance in 1st contrast* yang sebesar 3,5 termasuk dalam kategori “sangat baik”, yang juga menunjukkan bahwa instrumen ini memenuhi standar unidimensionalitas yang diinginkan. Berdasarkan hasil analisis ini, kuesioner SRL pada materi kalor dapat dianggap valid untuk digunakan dalam mengukur konstruk SRL.

Selanjutnya, kualitas setiap item soal atau pernyataan ditentukan dengan melihat nilai *outfit mean square*, *outfit Z-standard*, dan Pt Measure Corr. Ketiga kriteria ini harus memenuhi standar tertentu agar item soal atau pernyataan dapat dianggap valid, sebagaimana yang dijelaskan oleh Sumintono & Widhiarso (2015).

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

Berdasarkan analisis pemodelan Rasch, diperoleh hasil yang menunjukkan bahwa kuesioner ini valid untuk digunakan dalam penelitian mengenai SRL pada materi kalor. Gambar 3.7 menunjukkan *output table 10: Item fit order*, yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kecocokan item soal berdasarkan kriteria tersebut.

Item STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	OUTFIT MNSQ	PT-MEASURE ZSTD	EXACT MATCH	Item
12	149	33	-.65	.28	1.40	1.63	1.8	36	10012
2	127	33	-.59	.21	1.47	1.7	1.36	1.4	10002
4	133	33	.32	.22	1.44	1.6	1.25	1.0	10004
16	134	33	.27	.22	1.39	1.4	1.28	1.1	10016
7	135	33	.22	.22	1.26	1.4	1.30	1.2	10007
17	142	33	-.16	.25	1.08	.4	1.26	1.0	10017
1	132	33	.37	.22	1.24	1.0	1.12	.5	10001
27	131	33	.41	.21	1.20	.8	1.08	.4	10027
23	149	33	-.65	.28	1.01	.1	1.10	.4	10023
9	124	33	.71	.20	1.05	.3	1.01	1.1	10009
29	150	33	-.73	.29	.96	.0	1.03	.2	10029
30	134	33	.27	.22	.99	.0	.83	-.6	10030
6	138	33	.07	.23	.95	-.1	.97	.0	10006
24	133	33	.32	.22	.94	-.1	.96	-.1	10024
19	149	33	-.65	.28	.89	-.3	.92	-.2	10019
18	141	33	-.10	.24	.87	-.4	.91	-.2	10018
14	128	33	.54	.21	.85	-.6	.91	-.3	10014
13	143	33	.22	.25	.83	-.5	.91	-.3	10013
15	133	33	.32	.22	.81	-.7	.90	-.3	10015
10	135	33	.22	.22	.89	-.4	.90	-.3	10010
3	146	33	-.42	.27	.89	-.3	.87	-.4	10003
21	147	33	-.50	.27	.87	-.4	.85	-.4	10021
22	138	33	.07	.23	.82	-.6	.85	-.5	10022
20	145	33	-.36	.26	.71	-.1	.83	-.5	10020
28	141	33	-.10	.24	.69	-.1	.78	-.8	10028
26	137	33	.12	.23	.73	-.1	.73	-.1	10026
8	150	33	-.73	.29	.72	-.9	.73	-.9	10008
11	136	33	.17	.23	.64	-.1	.69	-.1	10011
5	125	33	.67	.20	.66	-.1	.65	-.1	10005
25	145	33	-.36	.26	.65	-.1	.62	-.1	10025
MEAN	138.3	33.0	.00	.24	.96	-.1	.97	-.1	46.3
S.D.	7.6	.0	.43	.03	.24	.9	.23	.8	10.4

Gambar 3. 7 Item Fit Order Kuesioner *Self-Regulated Learning*

Sebelum masuk ke dalam analisis lebih lanjut, Tabel 3.20 menunjukkan tingkat kesesuaian butir item/ pernyataan dari kuesioner *self-regulated learning*. Tabel ini memberikan gambaran mengenai sejauh mana setiap butir item dalam kuesioner memenuhi kriteria kesesuaian yang telah ditentukan berdasarkan hasil uji validitas konstruk dan analisis Rasch.

Tabel 3. 20 Tingkat Kesesuaian Item Kuesioner *Self-Regulated Learning*

Butir Item	Outfit MNSQ	PT MEASURE ZSTD	Keadaan	Interpretasi
1	1,12	0,50	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
2	1,36	1,40	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
3	0,87	-0,04	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
4	1,25	1,00	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
5	0,65	-1,50	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

Butir Item	Outfit		PT MEASURE CORR.	Keadaan	Interpretasi
	MNSQ	ZSTD			
6	0,97	0,00	0,32	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
7	1,30	1,20	0,31	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
8	0,73	-0,90	0,44	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
9	1,01	0,10	0,55	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
10	0,90	-0,30	0,58	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
11	0,69	-1,20	0,75	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
12	1,63	1,80	0,36	Dua kriteria tidak memenuhi (Outfit MNSQ dan PT Measure Corr.)	Kurang sesuai
13	0,91	-0,30	0,35	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
14	0,91	-0,30	0,66	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
15	0,90	-0,30	0,38	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
16	1,28	1,10	0,30	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
17	1,26	1,00	0,32	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
18	0,91	-0,20	0,33	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
19	0,92	-0,20	0,39	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
20	0,83	-0,50	0,44	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai

Butir Item	Outfit		PT MEASURE CORR.	Keadaan	Interpretasi
21	0,85	-0,40	0,39	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
22	0,85	-0,50	0,44	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
23	1,10	0,40	0,21	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
24	0,96	-0,10	0,56	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
25	0,62	-1,40	0,65	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
26	0,73	-1,10	0,55	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
27	1,08	0,40	0,68	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
28	0,78	-0,80	0,62	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai
29	1,03	0,20	0,23	Satu kriteria tidak memenuhi (PT Measure Corr.)	Sesuai
30	0,83	-0,60	0,61	Ketiga kriteria memenuhi	Sangat sesuai

Berdasarkan hasil analisis menggunakan model Rasch yang ditunjukkan pada Tabel 3.20, ditemukan bahwa terdapat satu butir pernyataan yang tidak sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan (Item No. 12), karena tidak memenuhi dua kriteria, yaitu Outfit MNSQ dan PT Measure Corr.. Menurut Anggraini dkk. (2023), penghapusan item yang tidak sesuai dengan model Rasch adalah langkah yang umum untuk meningkatkan kualitas instrumen secara keseluruhan. Hal ini memastikan bahwa item yang tersisa secara akurat mencerminkan konstruk yang diukur. Dalam hal ini, butir pernyataan yang tidak memenuhi kriteria harus dipertimbangkan untuk dihapus guna menjaga validitas instrumen. Azizah & Wahyuningsih (2020) menekankan bahwa menghapus item yang tidak sesuai sangat penting untuk mempertahankan validitas instrumen, karena ini memastikan bahwa

hanya item yang relevan yang tetap ada, sehingga instrumen benar-benar mengukur konstruk yang dimaksud.

Namun, beberapa peneliti berpendapat bahwa penghapusan satu item yang tidak sesuai mungkin tidak secara signifikan mempengaruhi keandalan instrumen secara keseluruhan, terutama jika sebagian besar item berkinerja baik. Loh dkk. (2022) berpendapat bahwa dalam beberapa kasus, penyesuaian kecil pada item yang bermasalah mungkin cukup untuk memperbaiki kinerja instrumen, tanpa perlu menghapusnya sepenuhnya. Oleh karena itu, meskipun penghapusan item mungkin merupakan pilihan yang lebih baik dalam banyak situasi, penyesuaian kecil terhadap item yang tidak sesuai dapat menjadi alternatif yang valid, tergantung pada konteks dan tujuan penelitian.

Dengan mempertimbangkan bahwa sebagian besar item lainnya berkinerja baik, penulis memutuskan untuk mempertahankan butir item No. 12 meskipun tidak sepenuhnya memenuhi kriteria. Penyesuaian kecil terhadap item yang tidak sesuai, seperti revisi *wording* atau klarifikasi, dianggap lebih tepat daripada penghapusan item. Keputusan ini diambil untuk menjaga keterwakilan konstruk yang diukur, serta untuk mempertahankan keutuhan instrumen. Oleh karena itu, meskipun penghapusan item yang tidak sesuai dapat meningkatkan validitas instrumen, penyesuaian kecil terhadap item No. 12 akan lebih dipertimbangkan untuk memastikan konsistensi dan akurasi pengukuran dalam *self-regulated learning* pada materi kalor.

3.4.4.3 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas kuesioner *self-regulated learning* ini dilakukan menggunakan pemodelan Rasch dengan bantuan *software* Winsteps 3.73. Hasilnya ditampilkan pada *output table 3.1: Summary statistic of measure* yang dapat dilihat pada Gambar 3.8. Dengan sampel sebanyak 33 siswa, diperoleh hasil analisis sebagai berikut:

SUMMARY OF 33 MEASURED Person									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT		OUTFIT		
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	
MEAN	125.8	30.0	1.53	.26	.97	.0	.97	.0	
S.D.	11.0	.0	.62	.04	.17	.7	.18	.7	
MAX.	140.0	30.0	2.58	.35	1.35	1.3	1.45	1.4	
MIN.	99.0	30.0	.24	.19	.56	-1.8	.56	-1.8	
REAL RMSE	.27	TRUE SD	.56	SEPARATION	2.09	Person	RELIABILITY	.81	
MODEL RMSE	.26	TRUE SD	.56	SEPARATION	2.16	Person	RELIABILITY	.82	
S.E. OF Person MEAN = .11									
Person RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .99									
CRONBACH ALPHA (KR-20) Person RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .86									
SUMMARY OF 30 MEASURED Item									
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT		OUTFIT		
					MNSQ	ZSTD	MNSQ	ZSTD	
MEAN	138.3	33.0	.00	.24	.96	-.1	.97	-.1	
S.D.	7.6	.0	.43	.03	.24	.9	.23	.8	
MAX.	150.0	33.0	.71	.29	1.47	1.7	1.63	1.8	
MIN.	124.0	33.0	-.73	.20	.64	-1.5	.62	-1.5	
REAL RMSE	.25	TRUE SD	.35	SEPARATION	1.41	Item	RELIABILITY	.67	
MODEL RMSE	.24	TRUE SD	.36	SEPARATION	1.49	Item	RELIABILITY	.69	
S.E. OF Item MEAN = .08									

Gambar 3. 8 Summary Statistic Kuesioner Self-Regulated Learning

Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 3.8 menunjukkan bahwa kuesioner *self-regulated learning* dapat dianggap reliabel. Hal ini terbukti dari nilai *person reliability* yang mencapai 0,82, yang termasuk dalam kategori “baik”, menunjukkan bahwa kuesioner ini mampu membedakan dengan baik antara individu dengan tingkat kemampuan yang berbeda dalam hal *self-regulated learning*. Hal ini berarti instrumen ini dapat memberikan hasil yang akurat dalam mengidentifikasi perbedaan kemampuan siswa dalam mengatur pembelajaran mereka.

Sementara itu, *item reliability* memperoleh nilai 0,69, meskipun tidak sekuat *person reliability*, masih tergolong dalam kategori “cukup”. Ini menunjukkan bahwa meskipun ada variasi dalam konsistensi pengukuran di antara item-item kuesioner, secara keseluruhan item-item tersebut masih cukup dapat dipercaya untuk mengukur konstruk yang dimaksud, yaitu *self-regulated learning*. menandakan bahwa item-item dalam kuesioner ini cukup konsisten dalam mengukur konstruk yang dimaksud.

Nilai *Cronbach's Alpha* yang mencapai 0,86 menunjukkan konsistensi internal yang sangat baik, yang berarti bahwa seluruh item dalam kuesioner ini saling berhubungan dengan baik dan bersama-sama mengukur konstruk yang dimaksud dengan tingkat akurasi yang tinggi. Cronbach's Alpha yang tinggi juga menandakan bahwa instrumen ini stabil dalam menghasilkan hasil yang konsisten, sehingga dapat diandalkan dalam berbagai konteks.

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

Berdasarkan hasil reliabilitas yang baik ini, instrumen ini terbukti dapat diandalkan dalam mengukur *self-regulated learning* pada materi kalor, sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh Sumintono & Widhiarso (2015). Hal ini memberi keyakinan bahwa kuesioner ini dapat digunakan secara efektif dalam penelitian lebih lanjut atau dalam penerapan di kelas untuk mengevaluasi kemampuan siswa dalam mengatur proses pembelajaran mereka.

3.4.4.4 Tingkat Kesukaran

Untuk menilai tingkat kesukaran butir item menggunakan pemodelan Rasch dengan bantuan Winsteps 3.73, dapat dilihat pada *output table 13: Item Measure*. Berikut adalah gambar yang menampilkan hasil analisis tingkat kesukaran item pada kuesioner *self-regulated learning*.

Item STATISTICS: MEASURE ORDER													
ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIIT MNSQ	OUTFIIT ZSTD	PT-MEASURE CORR.	EXACT MATCH OBS%	MATCH EXP%			Item	
9	124	33	.71	.20	1.05	.3	1.01	.1	.55	.49	30.3	42.8	I0009
5	125	33	.67	.20	.66	-1.5	.65	-1.5	.57	.49	48.5	43.1	I0005
2	127	33	.59	.21	1.47	1.7	1.36	1.4	.56	.49	36.4	42.9	I0002
14	128	33	.54	.21	.85	-.6	.91	-.3	.66	.48	42.4	43.3	I0014
27	131	33	.41	.21	1.20	.8	1.08	.4	.68	.47	30.3	43.8	I0027
1	132	33	.37	.22	1.24	1.0	1.12	.5	.25	.47	42.4	43.6	I0001
4	133	33	.32	.22	1.44	1.6	1.25	1.0	.51	.46	36.4	44.0	I0004
15	133	33	.32	.22	.81	-.7	.90	-.3	.38	.46	39.4	44.0	I0015
24	133	33	.32	.22	.94	-.1	.96	-.1	.56	.46	33.3	44.0	I0024
16	134	33	.27	.22	1.39	1.4	1.28	1.1	.30	.46	39.4	43.8	I0016
30	134	33	.27	.22	.99	.0	.83	-.6	.61	.46	51.5	43.8	I0030
7	135	33	.22	.22	1.26	1.0	1.30	1.2	.31	.46	42.4	45.3	I0007
10	135	33	.22	.22	.89	-.4	.90	-.3	.58	.46	30.3	45.3	I0010
11	136	33	.17	.23	.64	-1.5	.69	-1.2	.75	.45	60.6	45.5	I0011
26	137	33	.12	.23	.73	-1.0	.73	-1.1	.55	.45	45.5	46.6	I0026
6	138	33	.07	.23	.95	-.1	.97	.0	.32	.44	51.5	47.3	I0006
22	138	33	.07	.23	.82	-.6	.85	-.5	.44	.44	42.4	47.3	I0022
18	141	33	-.10	.24	.87	-.4	.91	-.2	.33	.43	54.5	48.8	I0018
28	141	33	-.10	.24	.69	-1.2	.78	-.8	.62	.43	48.5	48.8	I0028
17	142	33	-.16	.25	1.08	.4	1.26	1.0	.32	.42	33.3	49.8	I0017
13	143	33	-.22	.25	.83	-.5	.91	-.3	.35	.42	45.5	50.9	I0013
20	145	33	-.36	.26	.71	-1.0	.83	-.5	.44	.40	48.5	53.9	I0020
25	145	33	-.36	.26	.65	-1.3	.62	-1.4	.65	.40	63.6	53.9	I0025
3	146	33	-.42	.27	.89	-.3	.87	-.4	.35	.40	45.5	56.3	I0003
21	147	33	-.50	.27	.87	-.4	.85	-.4	.39	.39	60.6	58.3	I0021
12	149	33	-.65	.28	1.40	1.3	1.63	1.8	.36	.38	54.5	61.4	I0012
19	149	33	-.65	.28	.89	-.3	.92	-.2	.39	.38	51.5	61.4	I0019
23	149	33	-.65	.28	1.01	.1	1.10	.4	.21	.38	69.7	61.4	I0023
8	150	33	-.73	.29	.72	-.9	.73	-.9	.44	.37	63.6	62.4	I0008
29	150	33	-.73	.29	.96	.0	1.03	.2	.23	.37	45.5	62.4	I0029
MEAN	138.3	33.0	.00	.24	.96	-.1	.97	-.1			46.3	49.5	
S.D.	7.6	.0	.43	.03	.24	.9	.23	.8			10.4	6.8	

Gambar 3. 9 Kesukaran Item Kuesioner *Self-Regulated Learning*

Pada Gambar 3.9, nilai standar deviasi (S.D.) diperoleh sebesar 0,43. Oleh karena itu, analisis lebih lanjut mengenai tingkat kesukaran butir soal yang terdapat pada Gambar 3.9 berdasarkan disajikan dalam Tabel 3.21 berikut ini.

Tabel 3. 21 Tingkat Kesukaran Item pada *Kuesioner Self-Regulated Learning*

Aspek SRL	Butir Pernyataan	Measure	Tingkat Kesukaran
Rehearsal	2	0,59	Sangat Sulit
	3	-0,42	Mudah
	4	0,32	Sulit

Aspek SRL	Butir Pernyataan	Measure	Tingkat Kesukaran
<i>Elaboration</i>	7	0,22	Sulit
	10	0,22	Sulit
	14	0,54	Sangat Sulit
	26	0,12	Sulit
<i>Organization</i>	9	0,71	Sangat Sulit
	23	-0,65	Sangat Mudah
	27	0,41	Sulit
<i>Critical Thinking</i>	13	-0,22	Mudah
	17	-0,16	Mudah
	29	-0,73	Sangat Mudah
<i>Metacognitive Self-Regulation</i>	1	0,37	Sulit
	5	0,67	Sangat Sulit
	6	0,07	Sulit
	15	0,32	Sulit
	19	-0,65	Sangat Mudah
<i>Time and Study Environment Management</i>	21	-0,50	Sangat Mudah
	22	0,07	Sulit
	25	-0,36	Mudah
<i>Effort Regulation</i>	11	0,17	Sulit
	20	-0,36	Mudah
	24	0,32	Sulit
<i>Peer-Learning</i>	8	-0,73	Sangat Mudah
	18	-0,10	Mudah
	28	-0,10	Mudah
<i>Help-Seeking</i>	12	-0,65	Sangat Mudah
	16	0,27	Sulit
	30	0,27	Sulit

Berdasarkan Tabel 3.21, secara keseluruhan, tingkat persetujuan siswa terhadap pernyataan dalam kuesioner bervariasi, dengan sebagian besar item berada dalam kategori mudah dan sulit, sementara item yang sangat sulit dan sangat mudah juga ada. Hasil analisis tingkat persetujuan siswa terhadap pernyataan dalam kuesioner memberikan gambaran yang lebih mendalam mengenai pemahaman dan kemampuan siswa dalam mengatur pembelajaran mereka, terutama dalam konteks materi *self-regulated learning* pada materi kalor. Kategori "Sangat Sulit" mencakup 13,33% dari seluruh pernyataan dalam kuesioner, menunjukkan bahwa sebagian kecil siswa merasa kesulitan ketika memberikan persetujuan atau jawaban pada pernyataan-pernyataan tersebut. Persetujuan yang rendah pada kategori ini

menunjukkan bahwa pernyataan-pernyataan tersebut mengandung konsep yang cukup kompleks dan membutuhkan pemahaman mendalam mengenai *self-regulated learning*, terutama dalam konteks aplikasi pada materi kalor. Siswa yang memberikan persetujuan terhadap pernyataan dalam kategori ini mungkin membutuhkan waktu lebih lama untuk memahami pertanyaan atau merasa tidak cukup yakin dengan jawaban mereka. Selain itu, siswa yang merasa kesulitan pada kategori ini mungkin memerlukan bimbingan atau penjelasan lebih lanjut untuk memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep dalam *self-regulated learning*. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian kecil, namun penting untuk memperhatikan pernyataan dengan tingkat kesulitan tinggi ini dalam pengembangan instrumen lebih lanjut.

Sebanyak 23,33% dari butir pernyataan dalam kuesioner termasuk dalam kategori "Mudah". Pernyataan-pernyataan ini lebih sederhana dan lebih mudah dipahami oleh siswa, yang menunjukkan bahwa siswa memiliki tingkat pemahaman dasar yang cukup baik mengenai *self-regulated learning*. Dalam kategori ini, siswa merasa tidak kesulitan untuk memberikan persetujuan atau menjawab pertanyaan yang lebih sederhana, yang berkaitan dengan kebiasaan belajar atau penerapan dasar *self-regulated learning*. Siswa yang memberikan persetujuan dalam kategori ini menunjukkan bahwa mereka sudah memahami aspek dasar dalam mengatur proses pembelajaran mereka.

Kategori "Sangat Mudah" mencakup 20,00% dari butir pernyataan dalam kuesioner. Hal ini menunjukkan bahwa beberapa siswa merasa sangat mudah dalam memberikan persetujuan terhadap pernyataan yang ada, karena pernyataan tersebut bersifat dasar dan berkaitan dengan kebiasaan atau pengetahuan umum yang sudah mereka kuasai. Pernyataan dalam kategori ini bisa saja mencakup aspek yang sudah sangat familiar bagi siswa, seperti rutinitas belajar yang mereka lakukan sehari-hari, atau pemahaman dasar mengenai *self-regulated learning*. Oleh karena itu, pernyataan-pernyataan ini mudah dipahami dan dijawab oleh siswa, karena mereka sudah terbiasa mengimplementasikan prinsip-prinsip tersebut dalam kehidupan belajar mereka. Hal ini juga mengindikasikan bahwa sebagian siswa sudah menguasai teknik dasar dalam pengaturan pembelajaran secara mandiri.

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

Secara keseluruhan, distribusi persetujuan siswa memberikan gambaran yang baik tentang bagaimana siswa mengatasi tantangan yang ada dalam pembelajaran *self-regulated learning*, serta seberapa dalam mereka menguasai konsep-konsep tersebut. Kuesioner ini, dengan variasi tingkat kesulitannya, berhasil mencakup berbagai tingkat kemampuan siswa, sehingga dapat digunakan sebagai instrumen yang efektif untuk mengukur tingkat penguasaan *self-regulated learning* dalam materi kalor.

3.4.4.5 Daya Pembeda

Daya pembeda dianalisis menggunakan pemodelan Rasch dengan bantuan Winsteps 3.73, yang melibatkan nilai *Point Measure Correlation (Pt Measure Corr.)* (lihat Gambar 3.7). Nilai ini mengacu pada hubungan antara tingkat kesulitan masing-masing *item* dengan tingkat kesulitan keseluruhan tes. Analisis daya pembeda *item* soal ini diinterpretasikan berdasarkan pedoman Smiley (2015) (Tabel 3.15), dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.22 berikut.

Tabel 3. 22 Daya Pembeda pada *Item Kuesioner Self-Regulated Learning*

Aspek SRL	Butir Pernyataan	PT Mean Corr.	Interpretasi
<i>Rehearsal</i>	2	0,56	Sangat Baik
	3	0,35	Baik
	4	0,51	Sangat Baik
	7	0,31	Baik
<i>Elaboration</i>	10	0,58	Sangat Baik
	14	0,66	Sangat Baik
	26	0,55	Sangat Baik
<i>Organization</i>	9	0,55	Sangat Baik
	23	0,21	Kurang Baik
	27	0,68	Sangat Baik
<i>Critical Thinking</i>	13	0,35	Baik
	17	0,32	Baik
	29	0,23	Kurang Baik
<i>Metacognitive Self-Regulation</i>	1	0,25	Kurang Baik
	5	0,57	Sangat Baik
	6	0,32	Baik
	15	0,38	Baik
	19	0,39	Baik
	21	0,39	Baik

Aspek SRL	Butir Pernyataan	PT Mean Corr.	Interpretasi
<i>Time and Study Environment Management</i>	22	0,44	Sangat Baik
	25	0,65	Sangat Baik
<i>Effort Regulation</i>	11	0,75	Sangat Baik
	20	0,44	Sangat Baik
	24	0,56	Sangat Baik
<i>Peer-Learning</i>	8	0,44	Sangat Baik
	18	0,33	Baik
	28	0,62	Sangat Baik
<i>Help-Seeking</i>	12	0,36	Baik
	16	0,30	Baik
	30	0,61	Sangat Baik

Berdasarkan Tabel 3.22, dapat disimpulkan bahwa sebagian besar item dalam kuesioner ini memiliki daya pembeda yang “sangat baik” atau “baik”, yang berarti bahwa instrumen ini efektif dalam membedakan siswa dengan kemampuan yang berbeda dalam mengatur pembelajaran mereka. Hanya sebagian kecil item yang memiliki nilai “kurang baik” (10%), yang menunjukkan bahwa item-item ini tidak cukup efektif dalam membedakan antara siswa dengan tingkat kemampuan yang berbeda. Dengan nilai *Pt Measure Corr.* yang rendah, pernyataan ini tidak dapat membedakan peserta yang lebih mampu dari yang kurang mampu dengan efektif, yang mungkin disebabkan oleh ketidakrelevanan pernyataan ini dengan pengalaman pembelajaran mandiri peserta. Oleh karena itu, item ini perlu direvisi atau dihapus untuk meningkatkan kualitas instrumen (Smiley, 2015). Secara keseluruhan kuesioner ini sudah cukup efektif dan dapat digunakan untuk mengukur aspek-aspek penting dalam pengaturan pembelajaran mandiri siswa. Perbaikan pada item-item dengan daya pembeda rendah dapat lebih meningkatkan kualitas instrumen ini, sehingga dapat digunakan dengan lebih baik dalam evaluasi *self-regulated learning* siswa mengukur kemampuan siswa dalam aspek-aspek yang lebih kompleks dari *self-regulated learning*.

3.4.5 Angket Respons Siswa terhadap E-Modul Interaktif berbasis POGIL pada Materi Kalor

Dalam model pengembangan ADDIE, angket respon siswa digunakan pada tahap evaluasi setelah produk diimplementasikan. Respon siswa berfungsi sebagai refleksi pengalaman mereka dalam menggunakan produk pembelajaran yang dikembangkan. Melalui data ini, peneliti dapat menilai sejauh mana produk mampu membantu pemahaman siswa, menarik perhatian, serta mudah digunakan. Hasil evaluasi tersebut kemudian diolah untuk mengukur kualitas sekaligus efektivitas produk, dan selanjutnya dijadikan dasar perbaikan agar sesuai dengan kebutuhan pembelajaran di lapangan.

Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan berupa angket dengan tipe pertanyaan tertutup. Menurut Emde (2014), jenis pertanyaan tertutup menyajikan pilihan jawaban yang telah ditentukan, sehingga responden lebih mudah memahami maksud pertanyaan dan terarah dalam memberikan jawaban. Selain itu, jawaban dari angket tertutup dapat langsung dikategorikan, sehingga mempermudah analisis serta perbandingan antar responden. Proses pengisian juga menjadi lebih praktis, karena responden hanya perlu memilih jawaban yang sesuai tanpa harus menyusun kalimat sendiri, sehingga tidak memerlukan waktu lama dan dapat meningkatkan tingkat partisipasi.

Angket ini mencakup tiga aspek, yaitu tampilan, konten, dan manfaat. Setiap aspek dinilai melalui beberapa indikator yang relevan. Siswa diminta memberikan jawaban menggunakan skala Likert 5 poin, yaitu “Sangat Tidak Setuju” (skor 1), “Tidak Setuju” (skor 2), “Netral” (skor 3), “Setuju” (skor 4), dan “Sangat Setuju” (skor 5). Data dari angket ini kemudian akan dianalisis untuk menggali persepsi siswa mengenai efektivitas pembelajaran dengan menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL pada materi kalor, khususnya dalam mengembangkan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning*. Berikut disajikan kisi-kisi angket respons siswa yang digunakan dalam penelitian ini.

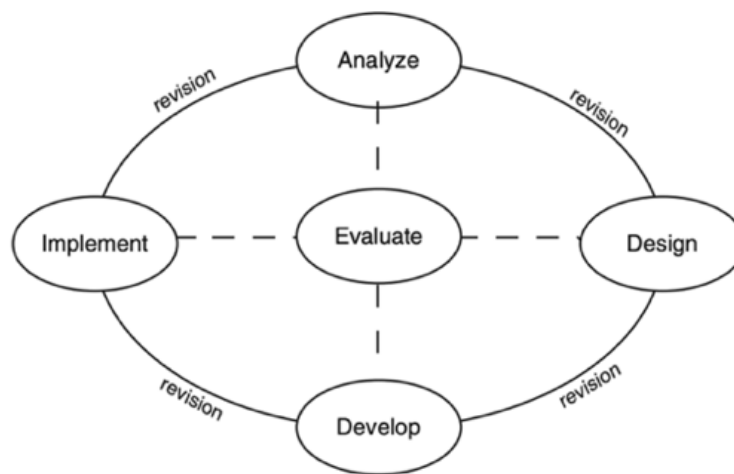
Tabel 3. 23 Kisi-Kisi Angket Respon Siswa terhadap E-Modul Interaktif berbasis POGIL Materi Kalor

No.	Aspek	Indikator	Nomor Pernyataan
1.	Tampilan	Kemudahan penggunaan dan daya tarik tampilan e-modul.	1, 2, 3
2.	Konten (Isi)	Kesesuaian konten dengan materi pembelajaran dan keterkaitan dengan peningkatan berpikir tingkat tinggi.	4, 5, 6
3.	Manfaat	Penggunaan media interaktif yang mendukung pembelajaran dan pengelolaan waktu belajar secara mandiri.	7, 8, 9, 10

(Adaptasi dari Sanova dkk., 2024)

3.5 Prosedur Penelitian

Pengembangan e-modul yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti model ADDIE. Model ADDIE merupakan salah satu kerangka kerja yang sangat efektif untuk proses pembuatan produk, terutama dalam menghadapi situasi yang kompleks. Karena sifatnya sebagai panduan sistematis, model ini sangat tepat diterapkan dalam pengembangan produk pendidikan serta sumber belajar lainnya (Branch, 2009). Model ADDIE terdiri dari lima tahapan utama, yaitu *Analyze* (Analisis), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), *Implement* (Pelaksanaan), dan *Evaluate* (Evaluasi). Kelima tahap tersebut secara keseluruhan menggambarkan proses pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini, yang dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 3. 10 Tahapan Model ADDIE (Branch, 2009)

3.5.1 Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap ini adalah langkah pertama dalam penelitian yang bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dalam proses pengembangan e-modul. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini mencakup:

1. Analisis Kebutuhan

Pada tahap analisis dalam model pengembangan ADDIE, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dalam pengembangan e-modul. Kegiatan yang dilakukan mencakup dua pendekatan, yaitu studi lapangan dan studi literatur. Studi lapangan dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan kesenjangan dalam pengembangan media pembelajaran fisika. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan guru fisika dan penyebaran kuesioner kebutuhan media, kuesioner *self-regulated learning*, dan soal tes berpikir tingkat tinggi pada materi kalor yang diadopsi dari Daulay (2022) kepada 46 siswa kelas XI SMA di Kabupaten Nganjuk. Fokus utama dari analisis kebutuhan ini adalah untuk mengevaluasi potensi pengembangan e-modul fisika interaktif berbasis POGIL untuk topik kalor. Kuesioner dan tes yang digunakan berbentuk kertas agar data dapat dikumpulkan langsung di kelas, meminimalkan keterlambatan atau ketidaklengkapan pengisian. Selain itu, pengisian kuesioner dan tes diawasi langsung oleh guru atau peneliti untuk memastikan siswa memahami

pertanyaan dan mengisi kuesioner dengan serius. Kuesioner analisis kebutuhan media berfungsi untuk mengidentifikasi kebutuhan siswa dan guru terkait media pembelajaran fisika, serta menemukan kesenjangan dalam penggunaan media pembelajaran yang ada. Tes berpikir tingkat tinggi digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan pada materi kalor, memberikan gambaran tentang tingkat kemampuan berpikir siswa yang menjadi fokus utama dalam pengembangan e-modul berbasis POGIL. Sementara itu, kuesioner *self-regulated learning* (SRL) digunakan untuk mengevaluasi kemampuan siswa dalam mengelola dan mengendalikan proses pembelajarannya sendiri, termasuk perencanaan, pemantauan, dan evaluasi belajar. Ketiga instrumen ini bekerja bersama untuk memberikan data yang komprehensif mengenai kebutuhan siswa dan guru dalam pembelajaran fisika, serta untuk merancang e-modul yang dapat meningkatkan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* siswa.

Hasil analisis menunjukkan bahwa 52% siswa tertarik mempelajari fisika, sementara 48% lainnya kurang termotivasi, yang menandakan perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih menarik, terutama bagi siswa yang kurang berminat. Sebanyak 89% siswa mengaku kesulitan memahami materi fisika, yang menunjukkan pentingnya pengembangan media pembelajaran yang dapat mendukung pemahaman siswa. Hampir seluruh siswa (96%) memiliki akses mudah ke perangkat digital, seperti laptop atau smartphone, dan 61% menggunakan perangkat tersebut setiap hari untuk kegiatan belajar. Kondisi ini menunjukkan kesiapan siswa untuk memanfaatkan media pembelajaran berbasis teknologi, seperti e-modul. Selain itu, 85% siswa lebih memilih media digital seperti e-modul atau video pembelajaran dibandingkan dengan buku teks, yang membuka peluang besar untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran fisika. Meskipun 76% siswa telah pernah menggunakan e-modul, 24% di antaranya belum pernah mencobanya. Di antara siswa yang telah menggunakan e-modul, 72% merasa terbantu, yang menunjukkan adanya potensi besar dalam peningkatan kualitas

dan penggunaan e-modul sebagai alat bantu pembelajaran. Sebanyak 72% siswa juga merasa lebih tertarik belajar fisika menggunakan e-modul dibandingkan dengan metode konvensional seperti buku teks. Beberapa fitur yang diinginkan siswa dalam e-modul antara lain penjelasan yang mudah dimengerti (43%) dan fitur interaktif seperti animasi dan video (43%). Selain itu, 13% siswa menginginkan adanya rangkuman materi dalam e-modul untuk mendukung pemahaman mereka. Harapan mereka terhadap e-modul interaktif berbasis POGIL mencakup peningkatan pemahaman konsep fisika (28%), kemampuan belajar mandiri (17%), serta pembelajaran yang lebih menarik dan interaktif (20%).

Berdasarkan temuan ini, pengembangan e-modul fisika interaktif berbasis POGIL yang sesuai dengan kebutuhan siswa dan kurikulum menjadi sangat penting. E-modul ini diharapkan dapat meningkatkan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan belajar mandiri siswa dalam mempelajari fisika, khususnya pada topik kalor.

Hasil studi tambahan terkait *baseline* dari 72 siswa SMA menunjukkan bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dalam topik kalor masih kurang memuaskan. Kemampuan siswa pada tiga indikator HOTS (*Higher-Order Thinking Skills*), yaitu C4 (menganalisis), C5 (mengevaluasi), dan C6 (mencipta), masih jauh dari optimal. Pada indikator C4, rata-rata kemampuan siswa hanya mencapai 37,17%, yang mengindikasikan kesulitan siswa dalam menghubungkan informasi terkait massa, suhu, dan sifat termal zat untuk menganalisis suhu akhir saat mencampurkan air panas dan dingin. Pada indikator C5, rata-rata hanya mencapai 47,89%, menandakan bahwa siswa masih kesulitan mengevaluasi konsep perpindahan kalor secara kritis. Meskipun rata-rata pada indikator C6 mencapai 58,06%, siswa masih belum mampu merancang eksperimen secara sistematis dan menunjukkan keterbatasan dalam menyusun percobaan berdasarkan informasi yang ada. Temuan ini menekankan pentingnya upaya untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dalam pembelajaran fisika, agar dapat mendukung hasil belajar siswa secara lebih efektif.

Selain itu, studi lapangan juga menunjukkan bahwa profil *self-regulated learning* (SRL) siswa dalam pelajaran fisika, terutama pada aspek kecemasan ujian (*test anxiety*), regulasi upaya (*effort regulation*), berpikir kritis (*critical thinking*), organisasi (*organization*), dan pemrosesan informasi (*rehearsal*), masih memerlukan peningkatan. Kelemahan dalam aspek-aspek ini menunjukkan bahwa siswa belum memiliki kemandirian belajar yang memadai untuk mencapai keberhasilan dalam pelajaran fisika. Oleh karena itu, siswa membutuhkan dukungan yang lebih intensif dalam mengembangkan keterampilan regulasi diri, terutama dalam mengatasi masalah-masalah terkait dengan aspek-aspek tersebut. Peningkatan SRL ini sangat penting untuk membantu siswa menjadi lebih mandiri dan efektif dalam proses belajar, terutama pada pelajaran fisika yang menuntut pemahaman mendalam dan keterampilan analisis yang kuat.

Studi literatur dilakukan untuk mengumpulkan informasi yang relevan mengenai permasalahan yang diteliti. Berdasarkan kajian terhadap artikel dan tesis, ditemukan bahwa berpikir tingkat tinggi siswa masih tergolong rendah (Datoh dkk., 2019; Sari dkk., 2023; Sutrisno, 2021), dan *self-regulated learning* siswa masih belum optimal (Maison dkk., 2019). Penelitian juga menunjukkan bahwa model pembelajaran POGIL (Masnur & Syaparuddin, 2019; Nurfitriyah, 2017; Şen dkk., 2015; Utari dkk., 2023), serta pengembangan bahan ajar berupa e-modul interaktif, dapat meningkatkan berpikir tingkat tinggi (Ali & Zaini, 2023; Dalifa dkk., 2024; A. Lestari & Atun, 2021; Ningsih dkk., 2023; Pane dkk., 2021; Savira dkk., 2019; Suhartini dkk., 2023; Yusuf dkk., 2020) dan *self-regulated learning* siswa (Churiyah dkk., 2020; Herlina dkk., 2022; Lestari & Atun, 2021; Lestari dkk., 2023; Yaniawati dkk., 2021).

2. Analisis Cakupan Materi

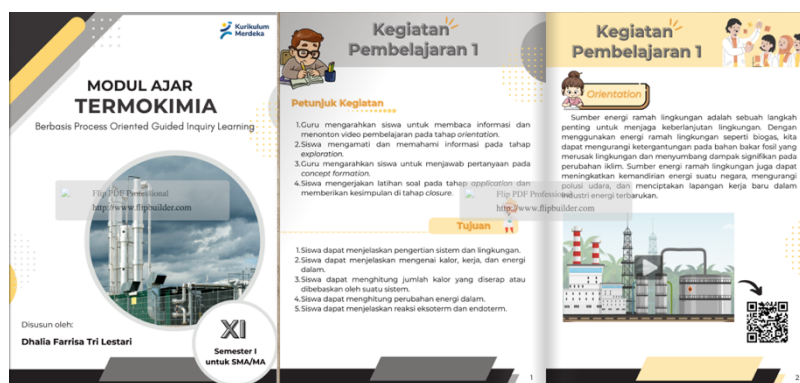
Analisis materi dilakukan berdasarkan kurikulum yang berlaku saat e-modul dikembangkan, yaitu Kurikulum Merdeka. Beberapa komponen yang dianalisis dalam kurikulum meliputi capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan urutan tujuan pembelajaran. Proses analisis ini dilakukan

dengan bantuan dosen pembimbing penelitian. Berdasarkan hasil analisis, dipilih topik kalor pada Fase F Tahun 2022 sebagai topik yang akan dikembangkan.

3. Analisis Pengembangan E-Modul

Pada tahapan Analisis Pengembangan E-Modul, fokus utama adalah mengidentifikasi aplikasi dan *platform* yang tepat untuk mendukung pembuatan e-modul interaktif berbasis POGIL. Analisis ini mencakup pemilihan perangkat lunak atau aplikasi yang dapat digunakan untuk membuat e-modul, seperti aplikasi berbasis *flipbook*, *Articulate Storyline*, atau *Adobe Captivate*, yang memungkinkan pembuatan konten interaktif seperti animasi, kuis, dan video. Selain itu, fitur-fitur yang perlu ada dalam e-modul seperti navigasi yang mudah, integrasi multimedia, interaktivitas melalui animasi atau video, juga menjadi bagian penting dari analisis ini. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji e-modul sejenis yang sudah ada di pasaran untuk menilai keberhasilan dan kekurangan dari e-modul yang telah dikembangkan sebelumnya, serta mengidentifikasi fitur tambahan yang dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran. Analisis ini bertujuan untuk memastikan bahwa e-modul yang dikembangkan tidak hanya sesuai dengan kebutuhan kurikulum, tetapi juga mampu memberikan pengalaman pembelajaran yang menarik dan efektif bagi siswa.

Berikut adalah e-modul yang sudah ada dan dianalisis berdasarkan pada tahapan analisis dalam model pengembangan ADDIE, e-modul dapat diakses pada link berikut: <https://online.flipbuilder.com/pgnbl/jfvm/>.



Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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



Gambar 3. 11 E-modul yang dianalisis untuk kebutuhan pengembangan

Berdasarkan Gambar 3.11, e-modul ini sudah mencakup tahapan pembelajaran yang terdiri dari *Orientation*, *Exploration*, *Concept Invention*, *Application*, dan *Closure*, yang merupakan prinsip dasar dari model pembelajaran POGIL. Dalam tahap *Exploration*, siswa diperkenalkan dengan fenomena biogas dan pembakaran yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, serta diberikan data eksperimen untuk dianalisis. Selanjutnya, pada tahap *Concept Formation*, siswa diarahkan untuk menyimpulkan konsep-konsep dasar terkait perubahan energi dalam reaksi eksoterm dan endoterm. Pada tahap *Application*, siswa diminta untuk menerapkan pemahaman mereka pada soal yang diberikan, termasuk mengakses soal tambahan melalui *QR code*, dan akhirnya pada tahap *Closure*, siswa diminta untuk merangkum pemahaman mereka mengenai konsep-konsep yang telah dipelajari.

Namun, meskipun e-modul ini sudah mengikuti alur pembelajaran POGIL, beberapa aspek desain dan kontennya masih dapat diperbaiki agar lebih menarik dan efektif dalam meningkatkan motivasi belajar siswa. Salah satu kelemahan utama yang terlihat adalah desain visual yang digunakan dalam modul ini. Desain yang digunakan cenderung sederhana dan kurang menarik, dengan latar belakang yang monoton dan penggunaan gambar yang terbatas. Hal ini dapat memengaruhi minat siswa karena desain yang menarik sangat berperan dalam menjaga perhatian dan mendorong siswa untuk lebih aktif dalam belajar.

Dari sisi instruksional, e-modul ini sudah mencakup langkah-langkah pembelajaran yang terstruktur dengan baik sesuai dengan model POGIL, seperti eksplorasi fenomena, pembentukan konsep, aplikasi, dan penutupan. Namun, kejelasan instruksi dalam setiap tahap masih dapat ditingkatkan. Sebagai contoh,

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

pada tahap *Application*, siswa diminta untuk menjawab soal melalui QR code, namun instruksi mengenai tujuan soal dan cara mengerjakannya kurang jelas. Menambahkan instruksi yang lebih rinci dan memberikan panduan lebih lanjut akan membantu siswa memahami tujuan dari setiap aktivitas dan bagaimana mereka dapat mengerjakannya dengan lebih terarah.

Dalam hal kebahasaan, e-modul ini menggunakan bahasa yang cukup jelas dan mudah dipahami oleh siswa. Namun, e-modul ini tidak menyediakan glosarium, di mana glosarium istilah atau penjelasan tambahan untuk istilah-istilah tersebut akan sangat membantu siswa dalam memahami materi lebih baik.

Dari sisi media, e-modul ini masih terbatas pada format teks dan gambar statis. Meskipun sudah ada penggunaan *QR code* untuk mengakses soal tambahan, interaktivitas digital masih sangat minim. E-modul ini seharusnya mengintegrasikan media interaktif yang lebih beragam, seperti simulasi interaktif, video eksperimen, atau gambar dinamis yang dapat membantu siswa lebih memahami konsep-konsep abstrak. Media interaktif ini dapat meningkatkan pemahaman konsep secara visual dan praktis. Selain itu, penggunaan simulasi atau animasi akan memperkaya pengalaman belajar dan mempermudah siswa dalam memahami materi yang lebih kompleks.

Berikut adalah e-modul kedua yang dianalisis pada tahap analisis model ADDIE. E-modul dapat diakses pada link berikut: <https://online.flipbuilder.com/woklg/fvqb/index.html#p=20>.





Gambar 3. 12 E-modul kedua yang dianalisis untuk kebutuhan pengembangan

E-modul yang ditampilkan pada Gambar 3.12 dirancang untuk membantu siswa SMA/MA memahami konsep-konsep kimia, khususnya terkait dengan bentuk molekul dan struktur atom. Dari segi desain, e-modul ini memiliki tampilan yang menarik dengan penggunaan warna yang cerah dan elemen visual seperti diagram dan animasi yang memudahkan siswa dalam memahami materi. Konten yang disajikan relevan dengan kurikulum dan mencakup berbagai topik penting, seperti struktur Lewis, konfigurasi elektron, dan aturan oktet. Media yang digunakan, terutama video dan animasi, sangat efektif dalam memperjelas konsep-konsep yang abstrak. Aspek instruksional juga cukup baik karena terdapat kuis dan latihan yang mendorong siswa untuk berpikir aktif, meskipun umpan balik dari kuis tersebut bisa lebih mendetail untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam.

Namun, terdapat beberapa kekurangan yang dapat diperbaiki dalam e-modul ini. Aspek interaktif bisa ditingkatkan dengan menambahkan fitur yang memungkinkan siswa menggambar atau menyesuaikan struktur molekul secara langsung, serta menambah kedalaman materi yang lebih kompleks untuk siswa yang sudah memahami dasar-dasar kimia. Secara keseluruhan, e-modul ini sangat efektif dalam menyampaikan konsep-konsep kimia dasar, namun perlu beberapa penyempurnaan dalam hal variasi interaksi dan umpan balik untuk meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa.

3.5.2 Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan dalam model pengembangan ADDIE merupakan tahap di mana peneliti merancang keseluruhan konsep dari e-modul yang akan

dikembangkan. Berikut ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam perancangan e-modul berbasis POGIL:

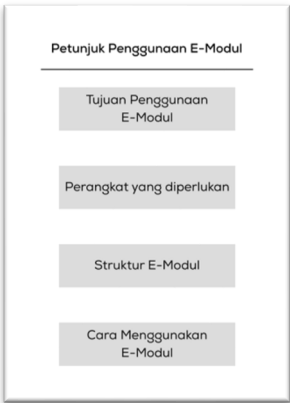
1) Menyusun Struktur E-Modul

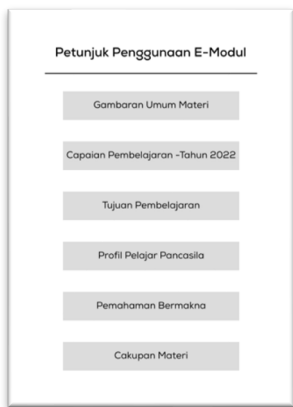
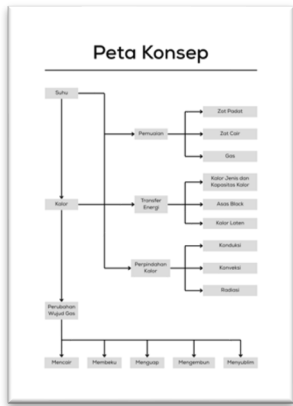
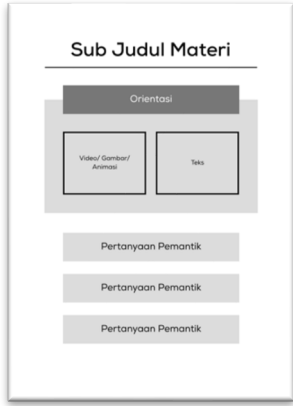
Struktur e-modul dibagi secara sistematis agar pembelajaran dapat berlangsung dengan jelas dan terarah. E-modul tersebut kemudian dibagi menjadi beberapa bagian, yang meliputi:

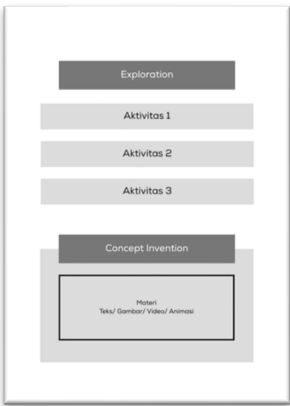
- a. Kata Pengantar: Menyediakan gambaran umum tujuan dan manfaat e-modul.
 - b. Daftar Isi, Daftar Gambar, dan Daftar Tabel: Mempermudah navigasi dan pencarian elemen-elemen penting dalam modul.
 - c. Petunjuk Penggunaan: Instruksi menggunakan modul dengan efektif.
 - d. Pendahuluan: Menyajikan gambaran materi dan tujuan pembelajaran.
 - e. Peta Konsep: Menggambarkan hubungan antar konsep yang akan dibahas.
 - f. Kegiatan Pembelajaran POGIL, yang terdiri dari 5 tahapan yaitu:
 - *Orientation*: Memberikan masalah kehidupan sehari-hari yang relevan, diikuti dengan pertanyaan pemantik untuk mengarahkan pemikiran siswa.
 - *Exploration*: Siswa mengeksplorasi konsep dalam kelompok.
 - *Concept Invention*: Siswa mengembangkan pemahaman tentang konsep.
 - *Application*: penerapan konsep dalam latihan soal.
 - *Closure*: menyimpulkan pembelajaran dan refleksi diri.
 - g. Glosarium: Menyediakan definisi atau istilah penting.
 - h. Daftar Pustaka: Mencantumkan referensi yang digunakan.
- 2) Pembuatan *Storyboard*: *Storyboard* dibuat untuk merencanakan alur interaksi serta visualisasi setiap bagian dalam e-modul. *Storyboard* ini mencakup perencanaan desain tata letak, penempatan elemen multimedia, dan aktivitas interaktif yang akan diterapkan dalam e-modul. Tujuan pembuatan *storyboard* untuk memudahkan peneliti dalam mengembangkan

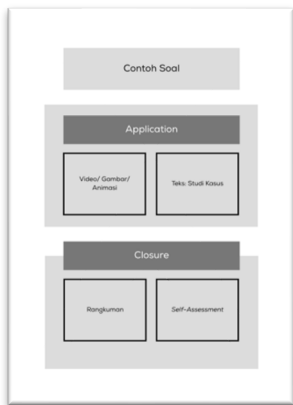
tata letak e-modul yang akan dikembangkan. Berikut adalah contoh desain *storyboard* yang digunakan dalam proses pengembangan e-modul:

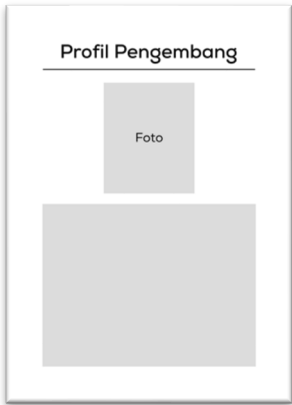
Tabel 3. 24 *Storyboard* E-Modul Interaktif berbasis POGIL

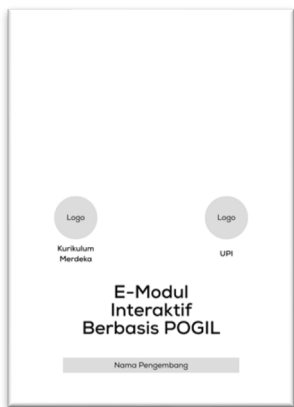
No.	Desain	Keterangan
1		Sampul modul mencakup judul "E-Modul Interaktif Berbasis POGIL", identitas pengembang, serta logo Kurikulum Merdeka dan UPI.
2		Petunjuk penggunaan menyediakan informasi tentang tujuan penggunaan e-modul, perangkat yang dibutuhkan, struktur e-modul, dan cara penggunaannya. Ini memberi petunjuk lengkap untuk memulai penggunaan e-modul.

No.	Desain	Keterangan
3		Tujuan dan Capaian Pembelajaran membahas gambaran umum materi dan capaian pembelajaran yang diharapkan.
4		Peta konsep yang menyajikan hubungan antar konsep dalam materi, seperti konsep suhu, kalor, dan perubahan wujud gas
5		E-modul ini menggunakan model POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning) yang terdiri dari lima bagian utama untuk setiap sub materi yang akan dipelajari: 1) <i>Orientation</i>: Bagian ini bertujuan untuk mempersiapkan siswa sebelum memasuki materi. Dapat berupa gambar, video, animasi,

No.	Desain	Keterangan
		atau teks yang dilengkapi dengan pertanyaan pemantik untuk merangsang minat dan pemikiran awal siswa terhadap topik yang akan dibahas.
6		2) <i>Exploration</i>: Pada bagian ini, siswa akan melakukan beberapa aktivitas yang mendorong mereka untuk mengeksplorasi konsep-konsep utama. Selain itu, disertai dengan pertanyaan diskusi atau refleksi untuk mendalami pemahaman siswa lebih jauh. 3) <i>Concept Invention</i>: Menyediakan materi pembelajaran yang lengkap, berupa teks, gambar, video, atau animasi yang menjelaskan konsep-konsep yang lebih dalam. Bagian ini juga

No.	Desain	Keterangan
		menyertakan contoh soal yang relevan untuk memberikan pemahaman praktis mengenai materi yang telah dipelajari.
7		4) <i>Application</i>: Di bagian ini, siswa diberi studi kasus atau contoh aplikasi nyata yang memungkinkan mereka untuk menerapkan konsep yang telah dipelajari dalam situasi dunia nyata. 5) <i>Closure</i>: Bagian penutupan ini merangkum materi yang telah dipelajari dan dilengkapi dengan <i>self-assessment</i> untuk mengukur pemahaman siswa terhadap materi yang telah dipelajari.

No.	Desain	Keterangan
8		Latihan soal di akhir materi bertujuan untuk melatih berpikir tingkat tinggi siswa.
9		Glosarium berisi istilah-istilah penting yang digunakan dalam modul untuk membantu pemahaman siswa.
10		Bagian Profil Pengembang berisi foto diri pengembang e-modul beserta deskripsi singkat mengenai latar belakang.

No.	Desain	Keterangan
11		Pada bagian Sampul Penutup, terdapat logo UPI dan Kurikulum Merdeka yang menandakan afiliasi dan relevansi modul dengan program pendidikan nasional. Selain itu, sampul ini mencantumkan judul e-modul yang menandai topik yang telah dipelajari, serta nama pengembang e-modul sebagai pengakuan atas kontribusinya dalam penyusunan materi.

3) Mengintegrasikan Multimedia dan Interaktivitas

Untuk meningkatkan pemahaman siswa, elemen multimedia digunakan dalam e-modul. Penggunaan berbagai jenis media, seperti:

- Video pembelajaran: Menampilkan eksperimen, contoh, atau penjelasan visual mengenai konsep yang dibahas.
- Simulasi interaktif: Siswa dapat berinteraksi dengan fenomena yang sedang dipelajari, seperti eksperimen virtual menggunakan PhET.
- Kuis: Penilaian dilakukan setelah materi dipelajari.

4) Merancang Antarmuka Pengguna

Antarmuka e-modul dirancang untuk memastikan kemudahan navigasi dan aksesibilitas. Fitur-fitur yang disediakan meliputi:

- Navigasi: Menu dan tombol navigasi disusun dengan jelas agar siswa dapat berpindah antar bagian modul dengan mudah.

- b. Desain responsif: E-modul dioptimalkan agar dapat diakses dengan baik melalui berbagai perangkat, baik itu komputer, tablet, maupun *smartphone*.
 - c. Penggunaan warna dan tipografi yang menarik: Warna dan tipografi digunakan dengan bijaksana untuk mendukung keterbacaan dan meminimalisir kebingungan siswa.
- 5) Memilih *Platform* Pengembangan
- E-modul ini akan dikembangkan menggunakan platform Canva untuk desain visual dan *layout* modul yang menarik dan *user-friendly*. Selain itu, Flip PDF Professional akan digunakan untuk mengonversi desain ke format PDF interaktif yang memungkinkan navigasi mudah dan elemen-elemen interaktif dalam modul, seperti tombol, *link*, dan media lainnya.

3.5.3 Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan model ADDIE, fokus utama adalah merancang, mengembangkan, dan mempersiapkan e-modul untuk diuji coba. Proses ini dimulai dengan penyusunan instrumen penelitian dan diikuti dengan pengembangan e-modul itu sendiri. Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam tahap pengembangan e-modul interaktif berbasis POGIL:

1) Menyusun Instrumen Penelitian

Pada tahap ini, peneliti menyusun seluruh instrumen yang diperlukan dalam penelitian, baik saat tahap pengembangan maupun tahap pelaksanaan. Proses ini mencakup penyusunan instrumen yang akan digunakan untuk mengumpulkan data selama penelitian. Selanjutnya, dilakukan uji validitas instrumen oleh lima validator ahli untuk memastikan kesesuaian dan keakuratan instrumen yang digunakan. Setelah itu, instrumen yang telah divalidasi diuji coba kepada siswa untuk memperoleh validitas konstruk dan mengukur reliabilitas instrumen tersebut.

2) Pengembangan E-Modul

Pada tahap ini, e-modul dikembangkan berdasarkan desain yang telah disusun sebelumnya. Beberapa elemen yang diperhatikan dalam pengembangan e-modul meliputi:

- a. Desain Tampilan: Tampilan e-modul dirancang menggunakan Canva untuk menciptakan layout yang menarik dan mudah dinavigasi. Elemen-elemen visual seperti gambar, video, grafik, dan ikon dipilih untuk mendukung pemahaman siswa.
 - b. Pembuatan Konten: Materi pembelajaran ditulis dan disesuaikan dengan model POGIL, termasuk pembuatan soal latihan, aktivitas siswa, dan kuis untuk mengevaluasi pemahaman siswa.
 - c. Integrasi Multimedia: Elemen multimedia seperti video penjelasan, simulasi interaktif, dan kuis online disertakan untuk meningkatkan keterlibatan siswa dan membantu mereka dalam memahami konsep-konsep yang diajarkan.
- 3) Konversi ke *Flipbook*: Setelah konten dan desain modul selesai, e-modul dikonversi menjadi format *flipbook* interaktif menggunakan Flip PDF Professional. Aplikasi ini dipilih karena mendukung elemen interaktif seperti video, animasi, audio, *hyperlink*, dan kuis dengan umpan balik otomatis, sehingga meningkatkan daya tarik dan keterlibatan siswa (Komikesari dkk., 2020; M dkk., 2022; Nisa dkk., 2020). Proses konversi ini mencakup:
- a. Mengubah dokumen ke format PDF.
 - b. Menambahkan fitur navigasi interaktif, seperti gambar dengan tautan yang dapat diklik atau daftar isi yang dapat dipilih.
 - c. Menyisipkan media interaktif, seperti audio, video pembelajaran, atau tautan ke simulasi virtual untuk memperdalam pemahaman konsep dan menjelaskan materi yang kompleks.

4) Validasi Ahli

Validasi ahli merupakan langkah penting dalam menilai kualitas e-modul dan instrumen penelitian. Validasi ahli bertujuan untuk memastikan bahwa konten, struktur, dan instrumen yang digunakan dalam e-modul sesuai dengan standar akademik yang berlaku dan relevan dengan tujuan penelitian.

5) Uji Keterbacaan Siswa

Uji keterbacaan e-modul bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana materi yang disajikan dalam e-modul dapat dipahami dengan mudah oleh siswa. Aspek yang diuji dalam uji keterbacaan meliputi tiga hal utama, yaitu: kemudahan bahasa yang digunakan, struktur atau format penyajian materi, dan cara materi disajikan secara sistematis. Hal ini bertujuan agar siswa dapat mengakses informasi dengan lancar dan memahami konten e-modul tanpa kesulitan. Instrumen yang digunakan untuk uji ini adalah angket non-tes yang dirancang untuk mengukur ketiga aspek tersebut. Uji keterbacaan ini memberikan umpan balik penting untuk memastikan e-modul mudah digunakan dan dimengerti oleh siswa. Hasil uji keterbacaan akan dievaluasi untuk mengidentifikasi bagian-bagian modul yang perlu diperbaiki atau disempurnakan. Jika ditemukan aspek yang kurang jelas atau sulit dipahami, revisi akan dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan keterbacaan modul. Selain itu, hasil dari validator ahli juga akan digunakan sebagai acuan untuk memastikan bahwa konten, bahasa, dan struktur e-modul sesuai dengan standar akademik yang berlaku. Umpan balik dari validator ahli dan hasil uji keterbacaan siswa akan memberikan dasar yang kuat untuk melakukan perbaikan yang diperlukan sebelum e-modul digunakan secara lebih luas.

3.5.3.1 Komponen E-Modul Interaktif Berbasis POGIL pada Materi Kalor

1. Struktur E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

a. Tampilan Awal

Tampilan awal e-modul ini dirancang dengan desain yang menarik dan informatif, mencerminkan pendekatan pembelajaran berbasis POGIL dan sesuai dengan Kurikulum Merdeka. Judul e-modul, "E-Modul Interaktif Berbasis POGIL pada Materi Kalor Fisika untuk Siswa SMA Kelas XI Fase F," dengan jelas menunjukkan fokus materi yang akan dipelajari, yaitu fisika khususnya pada materi Kalor. Gambar ilustrasi yang menyertai modul ini menggambarkan para siswa dan guru yang sedang berinteraksi dalam sebuah eksperimen laboratorium, sesuai dengan model POGIL. Warna dominan oranye dan merah pada desain

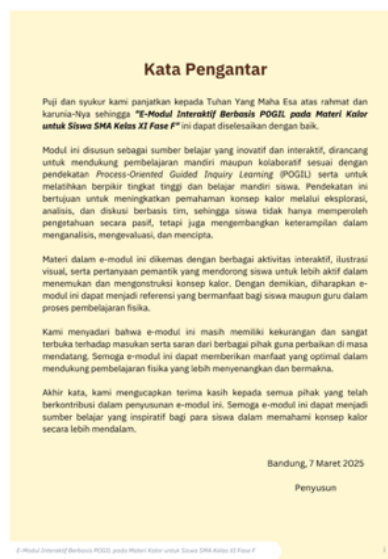
tidak hanya menarik perhatian tetapi juga menciptakan suasana yang dinamis dan menyenangkan untuk siswa. Sebagai bagian dari pengembangan e-modul menggunakan model ADDIE, tampilan ini menjadi elemen penting dalam menciptakan pengalaman belajar yang efektif dan menarik bagi siswa kelas XI. Tampilan awal e-modul ini dapat dilihat pada Gambar 3.13.



Gambar 3. 13 Tampilan Awal E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

b. Kata Pengantar

Pada tahap pengembangan e-modul ini, kata pengantar mencerminkan tujuan utama pembuatan modul yang inovatif dan interaktif, berfokus pada pendekatan POGIL, yang ditampilkan pada Gambar 3.14.



Gambar 3. 14 Kata Pengantar pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

c. Daftar Isi, Daftar Gambar, dan Daftar Tabel

Dalam tahap pengembangan e-modul ini, daftar isi, daftar gambar, dan daftar tabel disusun untuk mempermudah navigasi dan pencarian elemen-elemen penting dalam modul. Daftar isi memberikan gambaran umum tentang struktur dan urutan materi yang akan dibahas, memastikan pembaca dapat dengan mudah menemukan topik yang relevan. Daftar gambar menyajikan seluruh ilustrasi, diagram, dan visual yang digunakan dalam e-modul untuk mendukung pemahaman konsep, sementara daftar tabel mencakup semua tabel yang digunakan untuk menyajikan data atau informasi yang terorganisir secara sistematis. Ketiga elemen ini sangat penting untuk meningkatkan efektivitas penggunaan e-modul dan memastikan pengguna dapat dengan cepat menemukan materi yang dibutuhkan dalam proses pembelajaran. Daftar Isi, Daftar Gambar, dan Daftar Tabel dapat dilihat pada Gambar 3.15.

Daftar Isi	Daftar Gambar
Kata Pengantar i	Gambar 1. a) Termometer Merkuri, b) Termometer Alkohol, c) Termometer Gas, d) Termometer Bimetal 14
Daftar Isi ii	Gambar 2. Skala Termometer Berdasarkan Titik Didih dan Titik Beku 18
Daftar Gambar iv	Gambar 3. Perbandingan Skala Termometer X dan Y 19
Daftar Tabel vi	Gambar 4. Sawah Kering 22
Petunjuk Penggunaan E-Modul 01	Gambar 5. Rancangan Percobaan Pengaruh Kalor terhadap Suhu Benda dan Massa Zat 26
Pendahuluan 04	Gambar 6. Aliran kalor dari benda bersuhu tinggi (T1) ke benda bersuhu rendah (T2) sampai suhu setimbang (TA) 29
Peta Konsep 07	Gambar 7. Kalorimeter Sederhana 33
Kegiatan Pembelajaran 1 : Suhu & Kalor	Gambar 8. Bagian-Bagian Termos 33
• Suhu	Gambar 9. Perubahan Wujud Zat 34
• Orientation	Gambar 10. Es kering atau Dry Ice 36
• Exploration	Gambar 11. Grafik Perubahan Wujud Zat 37
• Activities 1	Gambar 12. Grafik Perubahan Suhu terhadap Perubahan Waktu 38
• Activities 2	Gambar 13. Kabel Listrik Dipasang Kendor agar Dapat Memuai dan Menyusut 39
• Activities 3	
• Concept Invention	
• Pengertian Suhu	
• Jenis-jenis Termometer	
• Skala Termometer pada Termometer	
• Termometer X	
• Application	
• Kalor	
• Orientation	
• Exploration	
• Concept Invention	
• Pengertian Kalor	
• Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Suhu (Wujud Zat Tetap)	
• Hukum Kekekalan Energi Kalor (Law of Black)	
• Pengaruh Kalor terhadap Perubahan Wujud	
• Grafik Perubahan Wujud Zat	
• Application	
• Close	
• Self-Assessment 1	
• Latihan Soal 1	

Gambar 3. 15 Daftar Isi, Daftar Gambar, dan Daftar Tabel pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

d. Petunjuk Penggunaan

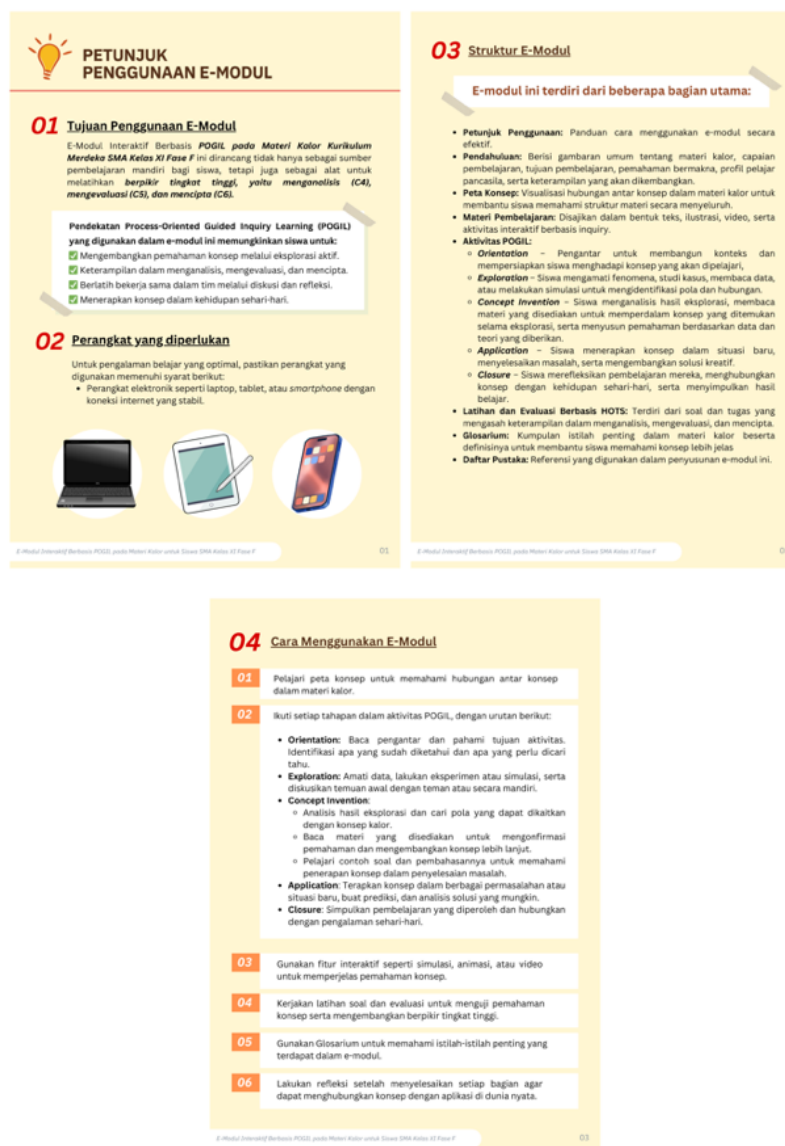
Pada tahap pengembangan e-modul menggunakan model ADDIE, petunjuk penggunaan e-modul ini dirancang untuk memberikan panduan jelas dan terstruktur kepada pengguna mengenai cara memanfaatkan e-modul secara efektif. Petunjuk ini mencakup berbagai langkah yang diperlukan untuk mencapai tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, yaitu untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* siswa. Petunjuk ini juga memberikan informasi

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

mengenai perangkat yang diperlukan untuk penggunaan e-modul, seperti perangkat elektronik dengan koneksi internet yang stabil, yang memungkinkan akses yang optimal selama proses pembelajaran interaktif. Tampilan dari petunjuk penggunaan ini dapat dilihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Petunjuk Penggunaan pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

e. Pendahuluan

Pada tahap pengembangan e-modul dengan menggunakan model

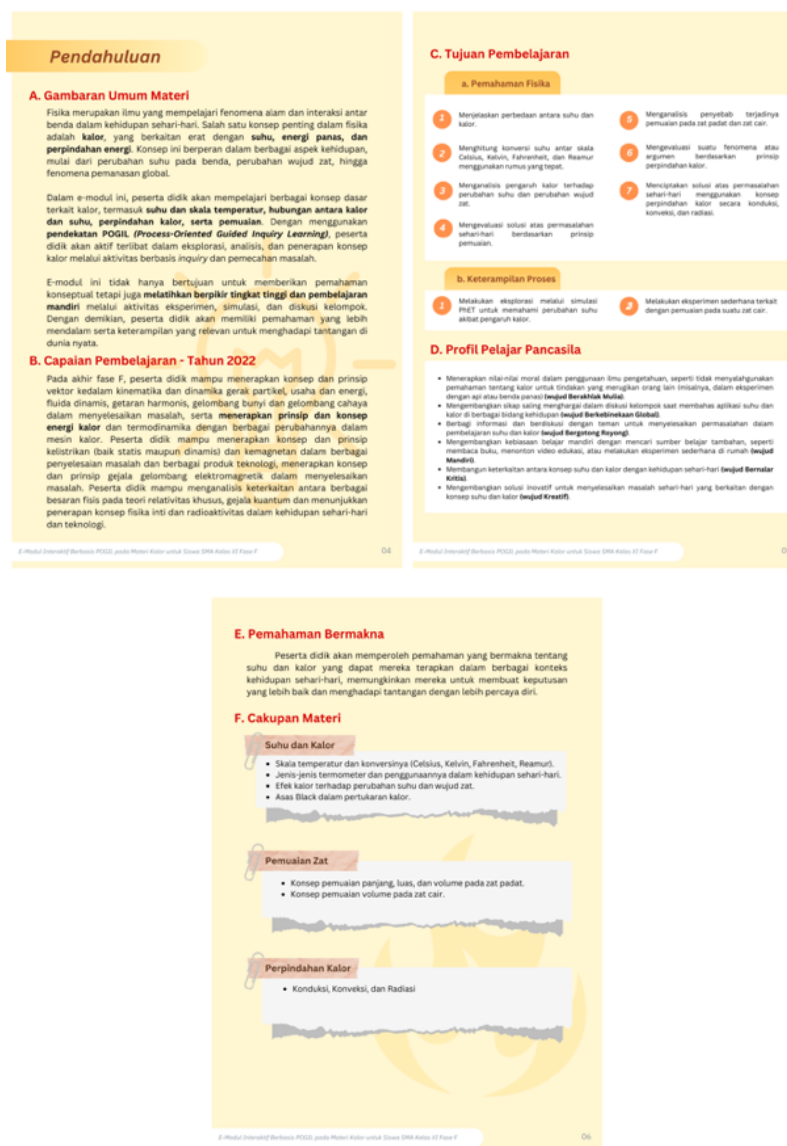
ADDIE, bagian pendahuluan menyajikan gambaran umum tentang materi

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

yang akan dipelajari oleh peserta didik, termasuk capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, profil pelajar Pancasila, pemahaman bermakna, serta cakupan materi. Informasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Pendahuluan pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

f. Peta Konsep

Peta konsep dalam e-modul ini menyajikan gambaran umum mengenai hubungan antar konsep yang berkaitan dengan materi kalor. Tujuan dari peta konsep ini adalah memberikan panduan yang jelas bagi siswa untuk memahami keterkaitan antar topik dalam materi kalor, yang akan

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

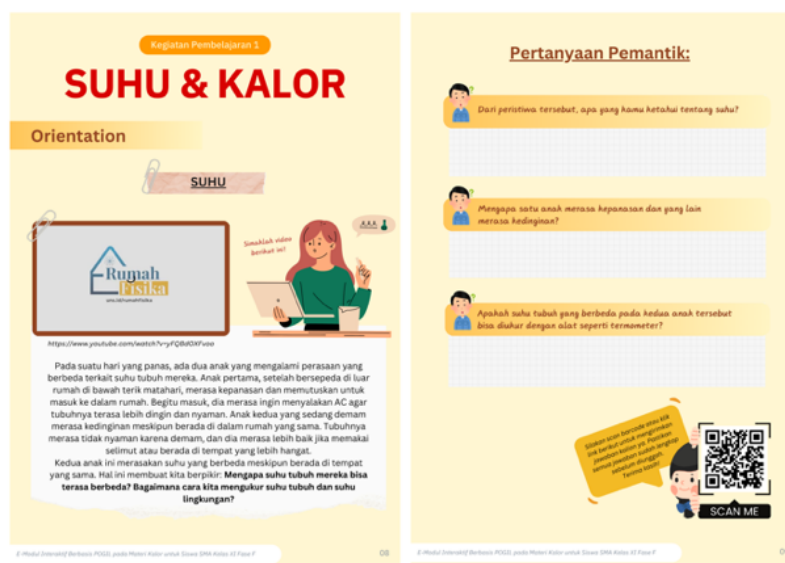
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

mendukung proses pembelajaran yang lebih efektif. Peta konsep ini dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3. 18 Peta Konsep pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL
g. Kegiatan Pembelajaran POGIL

Orientation memberikan masalah kehidupan sehari-hari yang relevan, seperti pada Kegiatan Pembelajaran 1 terkait dengan sub materi suhu. Siswa diajak untuk berpikir tentang pengalaman mereka terkait suhu, dengan didorong oleh pertanyaan pemantik yang mengarahkan pemikiran mereka untuk mulai menghubungkan konsep suhu dengan pengalaman nyata. Di bagian ini, siswa juga disediakan video yang menggambarkan fenomena suhu dalam kehidupan sehari-hari, yang dapat mereka tonton untuk memperdalam pemahaman. Pertanyaan pemantik kemudian disediakan melalui *QR code* yang mengarahkan siswa ke *Google Drive* atau *Google Form*, memungkinkan mereka untuk mengirimkan jawaban mereka secara langsung, mempermudah proses interaksi dan refleksi dalam pembelajaran. Tampilan tahap *orientation* pada sub materi suhu dapat dilihat pada Gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Tahap *Orientation* pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

Exploration, berisi beberapa aktivitas kelompok yang dirancang untuk mengeksplorasi konsep-konsep terkait suhu dan kalor melalui eksperimen. Dalam setiap aktivitas, siswa ini akan mengikuti petunjuk (langkah-langkah) yang disediakan di dalam e-modul untuk memastikan eksperimen dilakukan dengan tepat dan sistematis. Selain itu, setelah menyelesaikan eksperimen, siswa akan diberikan pertanyaan refleksi yang bertujuan untuk mendorong mereka berpikir kritis tentang hasil yang diperoleh. Pertanyaan ini dapat dijawab melalui *QR code* yang mengarahkan siswa ke *platform* seperti *Google Drive* atau *Google Form*, di mana mereka dapat mengirimkan jawaban atau merenungkan pemahaman mereka tentang konsep-konsep yang baru saja mereka pelajari. Tampilan tahap *exploration* pada sub materi suhu dapat dilihat pada Gambar 3.20.



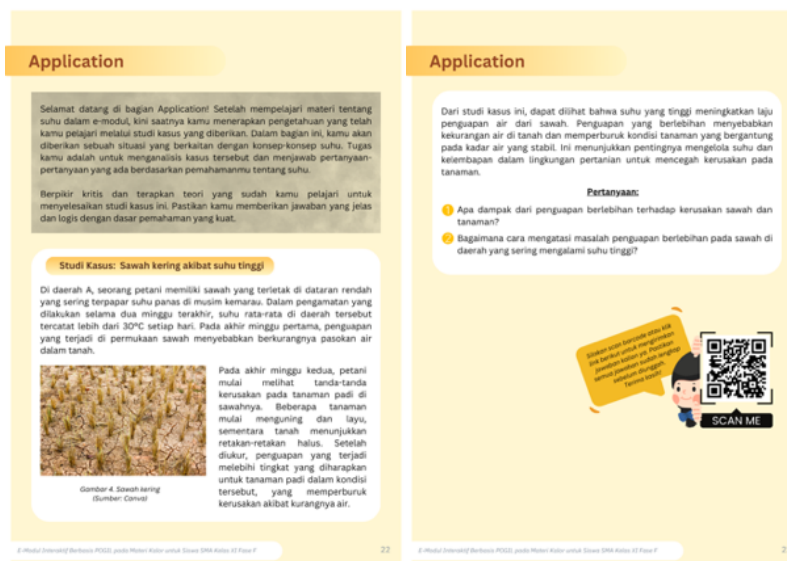
Gambar 3. 20 Tahap *Exploration* pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

Concept Invention pada e-modul berisikan materi yang lebih mendalam agar siswa dapat mengembangkan pemahaman mereka tentang konsep suhu dan kalor yang telah mereka eksplorasi sebelumnya. Materi ini dilengkapi dengan berbagai elemen pendukung seperti gambar, video, animasi, dan grafik yang menjelaskan secara visual berbagai fenomena yang terkait dengan suhu, sehingga siswa dapat lebih mudah memahami konsep-konsep tersebut. Selain itu, terdapat pula tautan (*link*) yang mengarahkan siswa ke sumber belajar tambahan, video penjelasan lebih lanjut, untuk memperkaya pemahaman mereka. Dalam tahap ini, siswa diharapkan untuk menyusun dan menyempurnakan pemahaman mereka dengan bantuan instruksi dan arahan yang disediakan. Siswa diminta untuk menyintesis informasi yang telah mereka peroleh sebelumnya, serta membuat kesimpulan yang lebih komprehensif tentang konsep yang sedang dipelajari. Tampilan tahap *concept invention* pada sub materi kalor dapat dilihat pada Gambar 3.21.



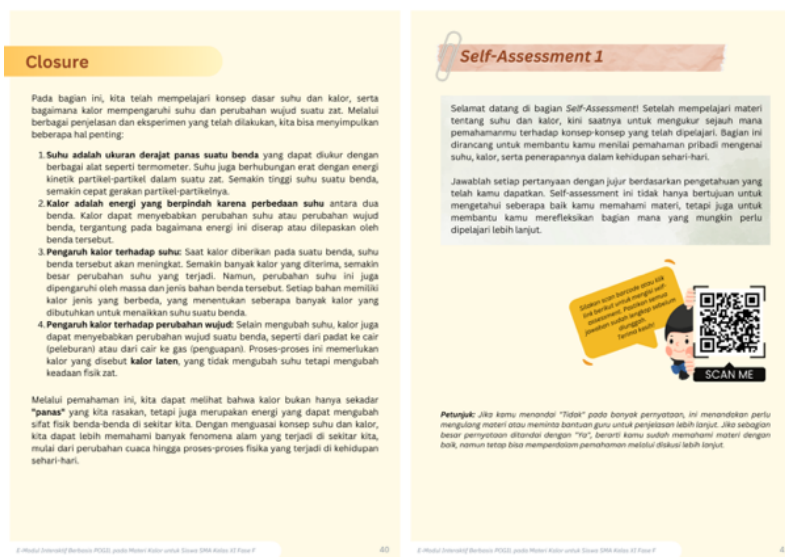
Gambar 3. 21 Tahap *Concept Invention* pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

Application di e-modul ini memberikan kesempatan pada siswa untuk menerapkan pemahaman mereka dalam situasi yang lebih konkret. Dalam tahap ini, siswa diberikan latihan soal atau studi kasus yang dirancang untuk menguji sejauh mana mereka dapat mengaplikasikan konsep suhu dan kalor dalam situasi nyata. Latihan ini menuntut siswa untuk berpikir secara kritis dan analitis, yang merupakan bagian dari berpikir tingkat tinggi. Siswa diharapkan tidak hanya mengingat atau memahami konsep, tetapi juga mampu menghubungkan pengetahuan yang telah mereka pelajari dengan situasi nyata, memecahkan masalah yang lebih kompleks, dan memberikan solusi yang tepat. Tampilan tahap *application* pada sub materi kalor dapat dilihat pada Gambar 3.22.



Gambar 3. 22 Tahap *Application* pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

Closure, berisi simpulan dan refleksi diri untuk membantu siswa mengevaluasi sejauh mana pemahaman mereka terhadap konsep suhu dan kalor yang telah dipelajari. Bagian ini mencakup simpulan yang merangkum poin-poin utama dari materi yang telah diajarkan, diikuti dengan *self-assessment* yang dirancang untuk mengukur pemahaman siswa. *Self-assessment* ini memungkinkan siswa untuk menilai sejauh mana mereka memahami konsep suhu, kalor, dan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Tidak hanya berfungsi untuk mengetahui sejauh mana materi telah dipahami, namun juga untuk membantu siswa merefleksikan bagian mana yang mungkin masih membutuhkan pemahaman lebih lanjut. Dengan melakukan refleksi ini, siswa dapat mengevaluasi aspek mana yang perlu dipelajari lebih dalam. Tampilan tahap *closure* pada sub materi kalor dapat dilihat pada Gambar 3.23.

Gambar 3. 23 Tahap *Closure* pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

h. Contoh Soal

Pada bagian Contoh Soal, siswa akan diberikan sejumlah soal yang dilengkapi dengan cara penyelesaiannya. Tujuan dari bagian ini adalah untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai cara penyelesaian masalah yang berkaitan dengan materi yang telah dipelajari. Soal-soal ini dirancang untuk membantu siswa memahami langkah-langkah penyelesaian secara sistematis dan jelas. Tampilan contoh soal yang ada di e-modul dapat dilihat pada Gambar 3.24.

PEMUAIAN ZAT CAIR

Sifat zat cair adalah selalu mengikuti bentuk wadahnya sehingga zat cair hanya memiliki muai volume (Giancoli, 2014). Oleh karena itu, untuk zat cair, yang diketahui selalu koefisien muai volumenya (lihat kembali Tabel 4).

Persamaan kuantitatif untuk muai volume zat cair

Persamaan untuk menghitung pemuaian volume zat cair persis sama dengan persamaan untuk menghitung pemuaian volume zat padat, tetapi pemuaian volume zat cair lebih besar daripada pemuaian zat padat untuk kenaikan suhu yang sama. Oleh karena itu, jika suatu wadah berisi zat cair hampir penuh dipanaskan, pada suhu tertentu zat cair dalam wadah akan tumpah. Kasus ini ditunjukkan pada Contoh Soal 3.

Pemuaian volume pada zat cair:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta T \quad (15)$$

Keterangan:

- ΔV = Perubahan volume (m^3 atau L)
- V_0 = Volume awal (m^3 atau L)
- γ = Koefisien muai volume ($^{\circ}C^{-1}$)
- ΔT = Perubahan suhu ($^{\circ}C$)

Contoh Soal 3

Sebuah bejana baja 4 liter, 90% volumenya diisi alkohol. Jika suhu awal bejana $0^{\circ}C$ dan bejana ini dipanaskan sampai $70^{\circ}C$, berapakah volume alkohol yang tumpah? Diketahui koefisien muai panjang baja $0,000011^{\circ}C^{-1}$.

Alternatif penyelesaian

Zat Padat (baja bejana):
 $V_{baja} = 4 L = 0,004 m^3$
 $\alpha_{baja} = 0,000011^{\circ}C^{-1}$
 $T_0 = 0^{\circ}C$
 $T = 70^{\circ}C$

Zat Cair (alkohol):
 $V_{alkohol} = 90\% \times 0,004 m^3$
 $= 3,600 \times 10^{-3} m^3$
 $\gamma_{alkohol} = 0,0011^{\circ}C^{-1}$
 $T_0 = 0^{\circ}C$
 $T = 70^{\circ}C$

Gambar 3. 24 Contoh Soal pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

i. Kuis

Kuis dalam e-modul ini, siswa akan diberikan soal berbentuk esai singkat yang dirancang untuk menguji pemahaman mereka terhadap materi yang telah dipelajari. Kuis ini dapat dijawab melalui *QR code* yang mengarahkan siswa ke *platform* seperti *Google Drive* atau *Google Form*, di mana mereka dapat mengirimkan jawabannya. Tampilan kuis yang ada di e-modul dapat dilihat pada Gambar 3.25.



Gambar 3. 25 Kuis pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

j. Latihan Soal

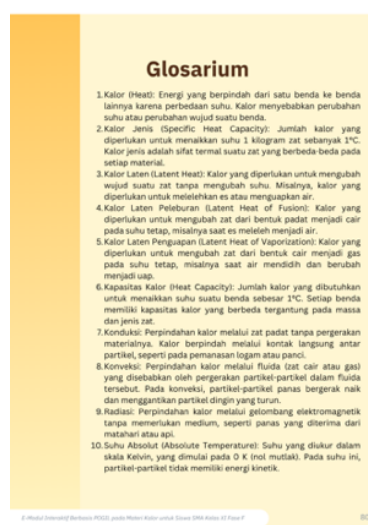
Pada bagian Latihan Soal, soal-soal esai tersedia di setiap akhir sub materi untuk melatih siswa dalam mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari dan mengembangkan berpikir tingkat tinggi. Soal-soal ini dirancang untuk mendorong siswa dalam menganalisis, mengevaluasi, serta menciptakan solusi atas permasalahan yang diberikan. Bagian ini dapat diakses oleh siswa melalui *QR code* yang mengarahkan mereka ke *Google Form* atau *Google Drive*, memudahkan siswa untuk mengirimkan jawaban mereka secara langsung. Tampilan latihan soal yang ada di e-modul dapat dilihat pada Gambar 3.26.



Gambar 3. 26 Latihan Soal pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

k. Glosarium

Pada bagian Glosarium dalam e-modul ini, siswa akan menemukan daftar istilah-istilah penting yang berkaitan dengan materi yang telah dipelajari. Glosarium ini bertujuan untuk memberikan definisi yang jelas dan mudah dipahami tentang konsep-konsep kunci seperti suhu, kalor, termometer, dan berbagai istilah teknis lainnya yang sering digunakan dalam materi suhu dan kalor. Tampilan glosarium dapat dilihat pada Gambar 3.27.



Gambar 3. 27 Glosarium pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

1. Daftar Pustaka

Pada bagian Daftar Pustaka dalam e-modul ini, siswa akan menemukan daftar referensi yang digunakan dalam penyusunan materi pembelajaran. Bagian ini juga berfungsi untuk menunjukkan kredibilitas dan keandalan informasi yang disajikan dalam e-modul, serta memberi penghargaan kepada penulis dan penerbit yang telah berkontribusi dalam pengembangan materi. Dengan adanya daftar pustaka, siswa dapat mengetahui asal-usul materi yang dipelajari dan dapat mengakses referensi tambahan untuk eksplorasi lebih lanjut tentang topik yang dipelajari. Tampilan daftar pustaka dapat dilihat pada Gambar 3.28.



Gambar 3. 28 Tampilan Daftar Pustaka pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

m. Profil Pengembang E-Modul

Pada bagian Profil Pengembang E-modul dalam e-modul ini, siswa akan menemukan informasi tentang individu yang terlibat dalam pengembangan e-modul ini. Bagian ini mencakup latar belakang penelitian serta minat penelitian pengembang. Tampilan daftar pustaka dapat dilihat pada Gambar 3.29.



Gambar 3. 29 Profil Pengembang pada E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

n. Tampilan Akhir

Pada bagian tampilan akhir atau *cover* penutup e-modul ini, siswa akan menemukan elemen-elemen penting yang menggambarkan identitas e-modul yang disajikan. Tampilan ini mencakup logo UPI (Universitas Pendidikan Indonesia) yang menandakan kampus asal pengembang e-modul, yang mencerminkan kredibilitas dan hubungan dengan institusi pendidikan yang terkemuka. Selain itu, terdapat logo Kurikulum Merdeka, yang menandakan kesesuaian e-modul ini dengan kurikulum terbaru di Indonesia. Tampak pula judul e-modul yang menggambarkan topik utama yang dipelajari. Di bagian bawah, tertulis nama pengembang yang bertanggung jawab dalam proses pembuatan dan pengembangan e-modul ini. Tampilan akhir dari e-modul dapat dilihat pada Gambar 3.30.



Gambar 3. 30 Tampilan Akhir E-Modul Interaktif Berbasis POGIL

2. Fitur dan Komponen E-Modul Interaktif Berbasis POGIL yang Mendukung Berpikir Tingkat Tinggi dan *Self-Regulated Learning*

Fitur-fitur dalam e-modul ini dirancang untuk mendukung berpikir tingkat tinggi. Salah satunya adalah latihan soal di setiap akhir sub materi, yang mengajak siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan solusi terhadap permasalahan yang diberikan, mendorong pemikiran kritis dan kreatif. Selain itu, studi kasus yang menggambarkan situasi dunia nyata memungkinkan siswa untuk menghubungkan teori dengan praktik, memperdalam pemahaman mereka, dan berpikir analitis.

Kegiatan eksplorasi dalam e-modul juga melatih berpikir tingkat tinggi dengan memberikan kesempatan kepada siswa untuk menggali dan memahami konsep-konsep lebih dalam melalui eksperimen atau diskusi kelompok, yang menuntut mereka untuk berpikir kritis dan kreatif dalam mencari solusi terhadap masalah yang dihadapi. Pada bagian *Application*, siswa dihadapkan pada situasi yang membutuhkan penerapan konsep-konsep yang telah dipelajari. Pertanyaan refleksi yang ada dalam e-modul juga mendorong siswa untuk merenungkan pemahaman mereka, mengevaluasi bagaimana konsep dapat diaplikasikan, dan menentukan area yang perlu dikembangkan lebih lanjut. Penggunaan berbagai multimedia, seperti

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

gambar, video, animasi, dan grafik, memperkaya pemahaman siswa dengan cara yang lebih dinamis, mendorong mereka berpikir kritis tentang hubungan antara informasi visual dan teks. Terakhir, *self-assessment* di bagian *Closure* memberi siswa kesempatan untuk menilai pemahaman mereka, yang memungkinkan mereka untuk mengenali kekuatan dan kelemahan mereka serta area yang perlu dipelajari lebih lanjut. Semua fitur ini bekerja bersama-sama untuk mengembangkan berpikir tingkat tinggi siswa dengan menantang mereka untuk tidak hanya mengingat, tetapi juga mengaplikasikan, menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan solusi berdasarkan pengetahuan yang telah dipelajari.

Selain itu, e-modul ini dirancang untuk melatih *self-regulated learning* melalui empat fase utama yang mendukung proses pembelajaran siswa secara mandiri dan terstruktur. Pada fase pertama, perencanaan (*forethought, planning, and activation*), siswa menetapkan tujuan dan merencanakan strategi pembelajaran mereka. Fitur petunjuk penggunaan dalam e-modul memberikan informasi lengkap mengenai tujuan penggunaan e-modul, perangkat yang diperlukan, serta cara penggunaannya, yang memberikan panduan awal yang jelas. Di bagian tujuan dan capaian pembelajaran, siswa diberi gambaran tentang apa yang akan mereka pelajari dan tujuan yang diharapkan tercapai, memungkinkan mereka untuk menetapkan tujuan belajar pribadi. Peta konsep yang disediakan juga memperlihatkan hubungan antar konsep, seperti suhu, kalor, dan perubahan wujud, yang membantu siswa memetakan pengetahuan yang sudah ada, memfasilitasi perencanaan pembelajaran mereka dengan lebih efektif.

Pada fase kedua, pemantauan (*monitoring*), bagian *Orientation* memperkenalkan siswa pada topik yang akan dipelajari dengan menggunakan gambar, video, atau animasi yang disertai pertanyaan pemantik untuk merangsang minat dan pemikiran awal mereka. Hal ini membantu siswa memantau pemahaman awal mereka dan mempersiapkan mental untuk mempelajari materi lebih dalam. Di bagian *Exploration*, siswa diminta untuk mengeksplorasi konsep-konsep melalui aktivitas yang mendorong mereka

menggali pemahaman lebih dalam. Pertanyaan diskusi dan refleksi yang disediakan juga membantu siswa untuk memantau pemahaman mereka, menjaga fokus, dan memastikan bahwa mereka tetap berada pada jalur yang benar selama pembelajaran.

Pada fase ketiga, pengendalian (*control*), e-modul berbasis POGIL memungkinkan siswa untuk menyesuaikan strategi mereka berdasarkan hasil pemantauan. Di bagian *Concept Invention*, siswa diberikan materi lengkap dengan teks, gambar, video, animasi, serta contoh soal yang relevan, memungkinkan mereka untuk mendalami konsep lebih mendalam. Jika siswa merasa belum memahami suatu konsep secara penuh, mereka dapat menyesuaikan pendekatan belajar mereka, misalnya dengan mengulang materi atau mencari penjelasan tambahan. Bagian *Application* yang menyediakan studi kasus atau aplikasi nyata juga memungkinkan siswa untuk mengaplikasikan konsep yang telah dipelajari dalam situasi dunia nyata, meningkatkan kemampuan mereka dalam *problem solving* dan berpikir kreatif.

Pada fase terakhir, reaksi dan refleksi (*reaction and reflection*), bagian *Closure* dalam e-modul memberikan kesempatan bagi siswa untuk merefleksikan pembelajaran mereka. Di sini, siswa diminta untuk menyimpulkan materi yang telah dipelajari dan melakukan *self-assessment* untuk mengevaluasi pemahaman mereka. *Self-assessment* ini memungkinkan siswa untuk mengidentifikasi bagian materi yang telah dikuasai dan mana yang perlu diperbaiki, memberikan mereka kesempatan untuk menganalisis hasil belajar mereka dan merencanakan perbaikan yang diperlukan. Melalui penerapan empat fase *self-regulated learning* ini, e-modul ini tidak hanya membantu siswa dalam menguasai materi tetapi juga melatih mereka untuk menjadi pembelajar yang mandiri dan bertanggung jawab atas proses pembelajaran mereka sendiri.

3.5.4 Tahap Implementasi (*Implement*)

Setelah tahap pengembangan selesai, e-modul yang telah dibuat akan diterapkan dalam proses pembelajaran. Implementasi adalah langkah konkret untuk mengaplikasikan produk yang telah disusun. E-modul interaktif berbasis POGIL yang telah dikembangkan kemudian diterapkan kepada siswa untuk mengukur efektivitasnya dalam meningkatkan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* siswa pada materi kalor. Desain penelitian pada tahap implementasi menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode semu-eksperimen (*quasi-experiment*) jenis *pretest-posttest nonequivalent control groups design*. Penelitian eksperimen adalah pendekatan kuantitatif yang digunakan untuk mengukur pengaruh variabel independen (perlakuan) terhadap variabel dependen (hasil perlakuan) dalam kondisi yang terkontrol (Sugiyono, 2019). Menurut Cohen dkk. (2007), pada desain kuasi-eksperimen, partisipan dibagi menjadi kelompok kontrol dan eksperimen, namun penempatan kelompok tersebut tidak dilakukan secara acak (Creswell, 2009). Desain ini melibatkan pengukuran sebelum dan sesudah intervensi, dengan kelompok kontrol yang dipilih tanpa prosedur randomisasi. Adapun desain penelitian yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.25:

Tabel 3. 25 Desain Penelitian pada Tahap Implementasi

<i>Group</i>	<i>Pre-test</i>	<i>Treatment</i>	<i>Post-test</i>
<i>Experiment</i>	O_1	X_1	O_2
<i>Control</i>	O_3	X_0	O_4

(Creswell, 2009)

Keterangan:

O_1 = *Pretest* kelas eksperimen

O_2 = *Post-test* kelas eksperimen

X_1 = Pembelajaran dengan menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL

O_3 = *Pretest* kelas kontrol

O_4 = *Post-test* kelas kontrol

X_0 = Pembelajaran dengan menggunakan buku fisika dari sekolah

Selain penerapan e-modul interaktif berbasis POGIL, peneliti juga mengumpulkan tanggapan siswa melalui angket untuk mengukur respon mereka

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

terhadap pembelajaran yang menggunakan e-modul tersebut. Data ini bertujuan untuk mendapatkan umpan balik dari siswa mengenai tampilan, konten, dan manfaat modul, yang akan digunakan untuk evaluasi dan perbaikan e-modul di masa depan guna meningkatkan kualitas pembelajaran.

3.5.5 Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi merupakan tahap yang bertujuan untuk menilai kualitas hasil pembelajaran, apakah hasil tersebut sesuai dengan tujuan yang diharapkan atau tidak. Dalam penelitian ini, tahap evaluasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif.

1. Evaluasi Formatif

Evaluasi formatif dilakukan setelah setiap tahap dalam model ADDIE. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan atau kekurangan yang muncul pada setiap tahap pengembangan. Evaluasi formatif bertujuan untuk memastikan bahwa setiap langkah dalam proses pengembangan e-modul berjalan dengan baik dan sesuai rencana. *Output* dari evaluasi ini adalah e-modul yang telah disempurnakan dan siap untuk diimplementasikan dalam pembelajaran.

2. Evaluasi Sumatif

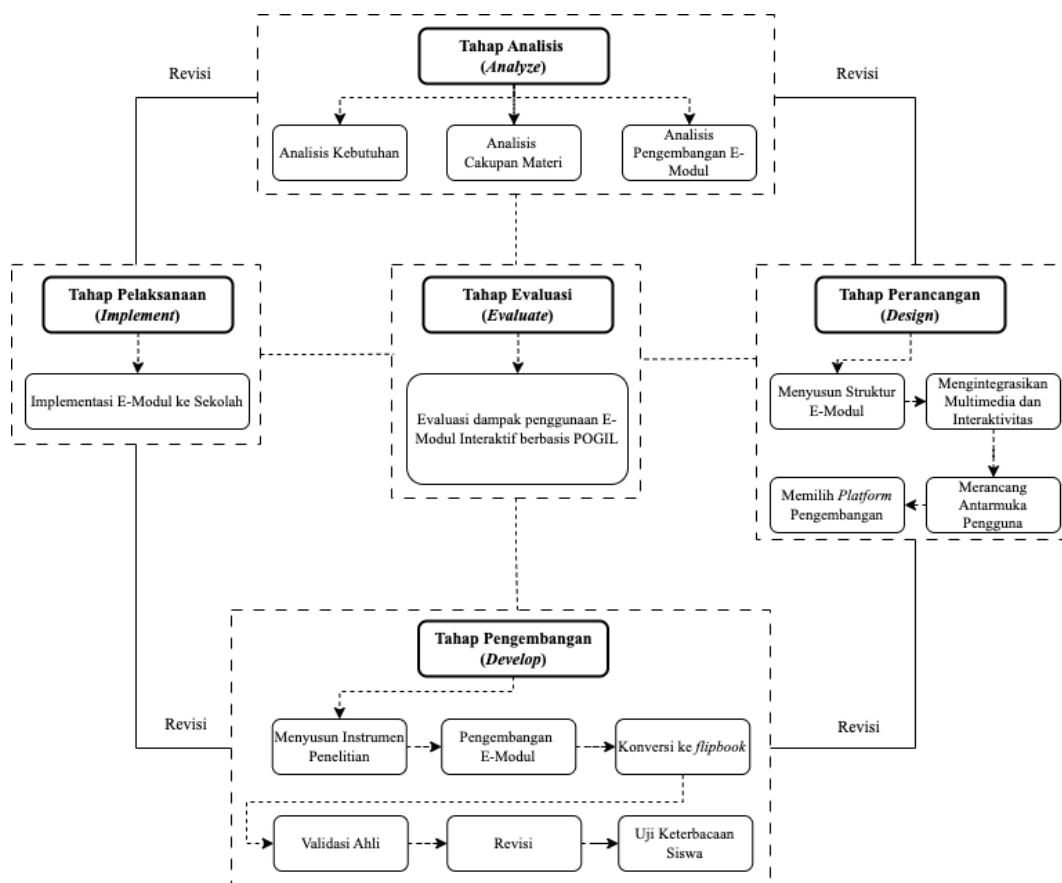
Evaluasi sumatif dilakukan setelah e-modul selesai dikembangkan dan diterapkan dalam proses pembelajaran. Pada tahap ini, evaluasi dilakukan dengan mengukur hasil akhir dari implementasi e-modul untuk menilai sejauh mana e-modul tersebut memenuhi tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Evaluasi sumatif dilakukan melalui pengumpulan data kuantitatif, seperti angket yang berisi respon siswa terhadap pembelajaran yang menggunakan e-modul yang dikembangkan. Angket ini digunakan untuk mengukur sejauh mana siswa merasa bahwa e-modul dapat membantu dalam pemahaman materi, meningkatkan keterlibatan, dan memfasilitasi proses pembelajaran secara efektif.

Alat ukur yang digunakan untuk menilai kemampuan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* (SRL) dapat berupa tes serta kuesioner

yang telah melalui proses validasi. Analisis peningkatan kemampuan siswa dilakukan dengan menggunakan teknik perhitungan N-Gain dan Cohen's d. Perhitungan N-Gain digunakan untuk mengetahui sejauh mana peningkatan pemahaman atau keterampilan siswa secara individu, sekaligus membandingkan hasil peningkatan antara kelompok eksperimen dan kontrol. Selanjutnya, hasil tersebut diperkuat dengan perhitungan Cohen's d untuk menentukan besaran efek (*effect size*) dari penerapan e-modul interaktif berbasis POGIL terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi dan SRL.

Selain itu, analisis data juga dapat dilengkapi dengan penerapan *stacking* Rasch model. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menguji konsistensi dan kualitas instrumen, sekaligus melihat distribusi tingkat kemampuan siswa berdasarkan skala *logit*. Dengan *stacking* Rasch model, peneliti dapat membandingkan respons siswa pada *pre-test* dan *post-test* dalam satu kerangka pengukuran yang sama. Hal ini memberikan gambaran lebih rinci mengenai perubahan kemampuan siswa, baik pada level individu maupun kelompok, sehingga hasil penelitian menjadi lebih komprehensif dan akurat.

Seluruh prosedur atau rangkaian penelitian yang akan dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.31 berikut.



Gambar 3. 31 Prosedur Penelitian

3.6 Teknik Analisis Data

Pada bagian teknik analisis data ini, dijelaskan prosedur dan metode yang digunakan untuk menjawab pertanyaan penelitian terkait pengembangan dan penerapan e-modul interaktif berbasis POGIL pada materi kalor. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kelayakan e-modul tersebut dalam mendukung peningkatan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* siswa. Selain itu, analisis juga difokuskan pada pengukuran peningkatan kedua kemampuan tersebut sebelum dan setelah intervensi menggunakan e-modul. Selanjutnya, efektivitas e-modul dalam meningkatkan berpikir tingkat tinggi dan *self-regulated learning* juga dianalisis untuk mengetahui sejauh mana media pembelajaran ini memberikan dampak positif. Tidak kalah penting, respon siswa terhadap penggunaan e-modul turut dikaji sebagai *feedback* untuk evaluasi dan pengembangan lebih lanjut. Berikut ini adalah teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini:

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

3.6.1 Analisis Kelayakan E-Modul Interaktif berbasis POGIL

3.6.1.1 Validasi Kelayakan E-Modul oleh Ahli

Validasi kelayakan e-modul interaktif berbasis POGIL dilakukan oleh para ahli dengan menggunakan metode penilaian terakumulasi (*Method of Summated Ratings/MSR*). Data penilaian yang diberikan oleh para validator kemudian dikumpulkan dan dianalisis dengan metode MSR untuk menilai kelayakan e-modul secara menyeluruh sebelum digunakan dalam proses pembelajaran. Berikut ini adalah rumus yang digunakan dalam analisis tersebut:

$$P (\%) = \frac{x}{x_i} x 100\% \quad (3.3)$$

(Akbar, 2022)

Keterangan:

P = Persentase validitas

x = Jumlah skor penilaian

x_i = Skor maksimum

Skor yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan menggunakan Persamaan (3.3) kemudian diinterpretasikan berdasarkan tabel kriteria validasi berikut ini:

Tabel 3. 26 Kriteria dan Interpretasi Validasi Kelayakan E-Modul oleh Ahli

Nilai P (%)	Interpretasi
$P \geq 81$	Sangat Valid
$61 < P \leq 80$	Cukup Valid
$41 < P \leq 60$	Kurang Valid
$21 < P \leq 40$	Tidak Valid
$P \leq 20$	Sangat Tidak Valid

(Akbar, 2022)

3.6.1.2 Validasi Keterbacaan E-Modul oleh Siswa

Validasi keterbacaan e-modul oleh siswa bertujuan untuk menilai seberapa praktis penggunaan e-modul selama proses pembelajaran. Tingkat keterbacaan ini dihitung menggunakan rumus yang terdapat dalam Persamaan (3.3), yang mengukur persentase atau skor keterbacaan berdasarkan data yang diperoleh dari angket respons siswa. Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

membandingkan hasil perhitungan tersebut terhadap kriteria keterbacaan yang diadaptasi dari Akbar (2022). Berikut ini adalah tabel kriteria kepraktisan yang digunakan dalam analisis tersebut.

Tabel 3. 27 Kriteria dan Interpretasi Keterbacaan E-Modul oleh Siswa

Nilai P (%)	Interpretasi
$P \geq 81$	Sangat Baik
$61 < P \leq 80$	Cukup Baik
$41 < P \leq 60$	Kurang Baik
$21 < P \leq 40$	Tidak Baik
$P \leq 20$	Sangat Tidak Baik

(Akbar, 2022)

3.6.2 Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran

Data mengenai keterlaksanaan pembelajaran dikumpulkan melalui observasi yang dilakukan oleh observer terhadap aktivitas guru selama proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran POGIL yang didukung oleh e-modul interaktif berbasis POGIL pada materi kalor di kelas eksperimen, serta pembelajaran dengan model POGIL yang diterapkan di kelas kontrol. Penilaian keterlaksanaan diberikan dengan skor 0 untuk “tidak terlaksana” dan 1 untuk “terlaksana”. Data hasil observasi kemudian diolah dengan menghitung persentase keterlaksanaan pembelajaran menggunakan Persamaan (3.4). Langkah berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata persentase pelaksanaan untuk setiap pertemuan dengan menggunakan Persamaan (3.5).

$$AP_k (\%) = \frac{f}{N} \times 100\% \quad (3.4)$$

(Riduwan, 2008)

Keterangan:

$KP (\%)$ = Persentase keterlaksanaan pembelajaran pada setiap pertemuan

f = Jumlah indikator pembelajaran yang terlaksana

N = Jumlah total indikator pembelajaran yang direncanakan

$$PK_k (\%) = \frac{AP_k}{n} \quad (3.5)$$

(Riduwan, 2008)

Keterangan:

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

$PK_k(\%)$ = Rata-rata persentase keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan ke-k

AP_k = Total persentase keterlaksanaan pembelajaran pada pertemuan ke-k
(diperoleh dari Persamaan 3.4)

n = Jumlah total pertemuan yang diamati

Nilai rata-rata persentase keterlaksanaan ini selanjutnya digunakan untuk menentukan kategori keberhasilan dalam pelaksanaan pembelajaran. Berikut adalah kriteria untuk mengelompokkan rata-rata persentase keterlaksanaan pembelajaran:

Tabel 3. 28 Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran

Nilai PK_k (%)	Interpretasi
$81 < PK_k \leq 100$	Sangat Baik
$61 < PK_k \leq 81$	Baik
$41 < PK_k \leq 61$	Cukup
$21 < PK_k \leq 41$	Kurang
$0 < PK_k \leq 21$	Sangat Kurang

(Riduwan, 2008)

3.6.3 Analisis Peningkatan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

Peningkatan berpikir tingkat tinggi siswa diukur dengan membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol, baik sebelum maupun setelah pelaksanaan pembelajaran menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL di kelas eksperimen dan pembelajaran menggunakan buku siswa di kelas kontrol. Data hasil tes ini kemudian dianalisis menggunakan N-Gain (Gain Ternormalisasi), yang memungkinkan perbandingan antara peningkatan hasil tes yang tercapai dengan potensi maksimum peningkatan yang dapat dicapai oleh siswa. Rumus untuk menghitung N-Gain ini merujuk pada metode yang dikemukakan oleh Hake (1998), yang dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{\text{post}} \rangle - \langle S_{\text{pre}} \rangle}{\langle S_{\text{maks}} \rangle - \langle S_{\text{pre}} \rangle} \quad (3.6)$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$ = Rata-rata gain ternormalisasi

$\langle S_{\text{post}} \rangle$ = Skor rata-rata *post-test*

$\langle S_{\text{pre}} \rangle$ = Skor rata-rata *pretest*

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

$\langle S_{maks} \rangle$ = Skor maksimum yang dapat diperoleh siswa

Setelah dihitung, hasil N-Gain diklasifikasikan berdasarkan kriteria yang ditetapkan oleh Hake (1998) dengan nilai yang diperoleh dikelompokkan sesuai dengan kategori yang tertera pada Tabel 3.29 berikut:

Tabel 3. 29 Kriteria Rerata Gain Ternormalisasi

(g)	Kriteria
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

(Hake, 1998)

Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai perubahan kemampuan siswa sebelum dan setelah mengikuti pembelajaran menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL pada materi kalor, dilakukan analisis dengan menggunakan pemodelan Rasch dan teknik *stacking* yang dibantu oleh *software* Winstep 3.73, yang hasilnya divisualisasikan dalam *Wright Map*. Pemodelan Rasch dipilih karena pendekatannya yang berfokus pada analisis individu (*individual-centered statistics*) (Sunjaya dkk., 2021). Teknik *stacking* dipilih karena metode ini memberikan pengukuran yang lebih tepat dan detail mengenai perubahan kemampuan siswa. Selain itu, *stacking* mampu menangani data yang beragam dengan baik dan menawarkan tingkat validitas serta reliabilitas yang tinggi, sehingga memastikan bahwa perubahan dalam berpikir tingkat tinggi disebabkan oleh intervensi pembelajaran, bukan faktor eksternal yang tidak terkontrol (Fauziah & Sukmawati, 2023; Shanti dkk., 2022).

Data *pre-test* dan *post-test* kemudian diolah menjadi skala pengukuran dengan interval yang seragam. Pemodelan Rasch mengubah data ordinal menjadi data rasio untuk keperluan analisis statistik. Perbandingan rasio ini menggambarkan hubungan antara tingkat kemampuan siswa (*person ability*) dan tingkat kesulitan soal (*item difficulty*) (Boone, 2016). Dalam penelitian ini, berpikir tingkat tinggi siswa diukur dengan nilai *logit* (*person measure*) dan perubahan posisi pada *vertical ruler*. Teknik *stacking* diterapkan untuk menganalisis perubahan kemampuan siswa antara siklus satu (*pre-test*) dan siklus dua (*post-test*), di mana selisih kedua *logit*

tersebut disebut delta, yang mencerminkan besarnya peningkatan kemampuan siswa (Anselmi dkk., 2015; Sunjaya dkk., 2021). Berdasarkan nilai delta *logit* yang dihitung, siswa dikelompokkan dalam beberapa level kemampuan. Pengelompokan tingkat kemampuan siswa merujuk pada *Logit Value of Person* (LVP) (Ramdani dkk., 2024), sebagaimana yang dijelaskan dalam Tabel 3.30. LVP menggambarkan kemampuan siswa dalam skala logit, yang menunjukkan sejauh mana seorang siswa dapat menjawab soal dengan tingkat kesulitan tertentu. Dengan demikian, kombinasi kedua metode ini memberikan gambaran yang lebih valid dan jelas mengenai peningkatan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa setelah penggunaan e-modul dalam pembelajaran materi kalor.

Tabel 3. 30 Kriteria Logit Value of Person (Tingkat Kemampuan Siswa)

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 & Csapó, 2022)

3.6.4 Analisis Peningkatan *Self-Regulated Learning* Siswa

Self-regulated learning siswa diukur dengan membandingkan hasil *pre-test* dan *post-test* yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol, baik sebelum maupun setelah penerapan pembelajaran menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL di kelas eksperimen dan metode pembelajaran menggunakan buku siswa di kelas kontrol. Data hasil tes ini kemudian dianalisis menggunakan N-Gain (Gain Ternormalisasi), yang memungkinkan perbandingan antara peningkatan hasil tes yang dicapai dengan potensi maksimum peningkatan yang dapat dicapai oleh siswa. Rumus yang digunakan dalam analisis ini adalah N-Gain, seperti yang dijelaskan dalam Persamaan (3.6). Setelah memperoleh nilai rata-rata N-Gain, hasilnya dikelompokkan ke dalam kategori sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh Hake (1998), yang dapat dilihat pada Tabel 3.29.

Selanjutnya, untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peningkatan *self-regulated learning* siswa, dilakukan analisis tambahan menggunakan teknik *stacking*, seperti yang diterapkan dalam analisis peningkatan

Fian Rifqi Irsalina, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL INTERAKTIF BERBASIS POGIL MATERI KALOR UNTUK MENINGKATKAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI DAN SELF-REGULATED LEARNING SISWA

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

berpikir tingkat tinggi. Teknik *stacking* ini, yang dibantu dengan pemodelan Rasch dan divisualisasikan melalui *Wright Map*, memberikan analisis yang lebih rinci terkait dengan perubahan kemampuan siswa selama proses pembelajaran. Dengan menggunakan teknik *stacking*, data dari *pre-test* dan *post-test* dapat dianalisis lebih mendalam. Dalam Tabel 3.30, pengelompokan tingkat kemampuan siswa menggunakan *Logit Value of Person* (LVP) memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai peningkatan *self-regulated learning* siswa.

3.6.5 Analisis Efektivitas E-Modul Interaktif berbasis POGIL terhadap Peningkatan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa

Analisis efektivitas e-modul interaktif berbasis POGIL terhadap peningkatan berpikir tingkat tinggi dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi sejauh mana penggunaan e-modul interaktif berbasis POGIL dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta. Proses analisis data dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu:

3.6.5.1 Uji Normalitas

Uji normalitas berfungsi untuk menentukan apakah data memenuhi asumsi distribusi normal, yang sangat penting untuk menjamin keabsahan analisis statistik yang diterapkan (Bustami dkk., 2014). Data yang terdistribusi normal memungkinkan penggunaan metode statistik parametrik, sedangkan data yang tidak memenuhi asumsi ini mungkin perlu dilakukan transformasi atau dianalisis dengan menggunakan teknik statistik non-parametrik (Astuti, 2016). Beberapa metode uji normalitas yang umum digunakan meliputi uji Chi-Square, Kolmogorov-Smirnov, Liliefors, dan Shapiro-Wilk, yang pemilihannya disesuaikan dengan ukuran sampel. Beberapa penelitian menyarankan agar uji Shapiro-Wilk digunakan untuk sampel minimal 30 agar hasilnya dapat diandalkan (Lopes dkk., 2013). Sementara itu, uji Kolmogorov-Smirnov cenderung memerlukan ukuran sampel yang lebih besar dan umumnya efektif untuk sampel mulai dari 50 ke atas (Emmanuel dkk., 2020). Uji normalitas dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi (P-value) hasil uji dengan tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$). Jika nilai *Sig.* $> 0,05$, maka

data sampel dianggap berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Proses pengujian normalitas ini dilakukan menggunakan *software* SPSS versi 29.

3.6.5.2 Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk memeriksa apakah data yang diperoleh berasal dari populasi dengan varians yang sama. Uji ini sangat penting dalam penelitian kuasi-eksperimental untuk memastikan kesamaan varians antara kelompok eksperimen dan kontrol, sehingga kedua kelompok dapat dianggap sebanding dan validitas internal penelitian dapat terjaga (Ojeda, 2024). Pada penelitian ini, uji homogenitas yang digunakan adalah *Levene's Test*, yang dianalisis menggunakan *software* SPSS versi 29. Apabila nilai *Sig.* > 0,05, maka data dianggap homogen atau berasal dari varians yang sama.

3.6.5.3 Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk menguji kebenaran parameter berdasarkan data yang diperoleh dari sampel penelitian. Terdapat dua jenis metode uji hipotesis, yaitu uji statistik parametrik dan nonparametrik, yang pemilihannya ditentukan oleh hasil uji normalitas dan homogenitas data. Pada tahap awal, dilakukan pengujian normalitas dan homogenitas data guna memastikan bahwa data berdistribusi normal dan memiliki varians yang seragam di antara populasi. Jika data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, analisis dilanjutkan dengan uji parametrik, yaitu uji t dua sampel independen (*independent t-test*). Jika data berdistribusi normal namun tidak homogen, maka digunakan uji t' untuk dua sampel independen. Kemudian, jika data tidak memenuhi kriteria normalitas dan homogenitas, maka uji statistik nonparametrik, yakni uji Mann-Whitney U, akan digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan. Uji hipotesis ini dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS versi 29. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

H_0 = Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam berpikir tingkat tinggi siswa antara pembelajaran yang menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL dan pembelajaran tanpa e-modul tersebut pada materi kalor.

H_1 = Terdapat perbedaan yang signifikan dalam berpikir tingkat tinggi siswa antara pembelajaran yang menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL dan pembelajaran tanpa e-modul tersebut pada materi kalor.

Penentuan keputusan pengujian hipotesis dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi hasil uji dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) atau dengan membandingkan nilai t_{hitung} dan t_{tabel} . Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan nilai $Sig. (2 - tailed) < 0,05$, maka H_0 ditolak.
- Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ dan nilai $Sig. (2 - tailed) > 0,05$, maka H_0 diterima.

3.6.5.4 Effect Size

Effect size menggambarkan besarnya pengaruh suatu variabel terhadap variabel lain dalam sebuah penelitian. Dalam penelitian ini, *effect size* dihitung berdasarkan nilai *post-test* guna mengukur besarnya pengaruh e-modul interaktif berbasis POGIL pada materi kalor terhadap berpikir tingkat tinggi siswa. Perhitungan *effect size* menggunakan rumus *Cohen's d* sebagai berikut (Peng & Chen, 2014):

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_{pooled}^2} \quad (3.7)$$

Keterangan:

d = *Cohen's d effect size*

$\bar{X}_1$ = Nilai rata-rata *post-test* kelas eksperimen

$\bar{X}_2$ = Nilai rata-rata *post-test* kelas kontrol

σ_{pooled}^2 = Standar deviasi gabungan

Hasil perhitungan *effect size* tersebut kemudian diinterpretasikan berdasarkan pedoman Becker (2000) yang disajikan dalam Tabel 3.31.

Tabel 3. 31 Interpretasi *Effect Size Cohen's d*

Nilai Cohens's d	Kategori
$d \geq 2,10$	Sangat Tinggi
$0,80 \leq d < 2,10$	Tinggi
$0,50 \leq d < 0,80$	Sedang
$0,20 \leq d < 0,50$	Rendah

$d < 0,20$	Sangat Rendah (Becker, 2000)
------------	---------------------------------

3.6.6 Analisis Efektivitas E-Modul Interaktif berbasis POGIL terhadap Peningkatan *Self-Regulated Learning* Siswa

3.6.6.1 Uji Normalitas

Beberapa metode uji normalitas yang umum digunakan meliputi uji Chi-Square, Kolmogorov-Smirnov, Liliefors, dan Shapiro-Wilk, yang pemilihannya disesuaikan dengan ukuran sampel. Beberapa penelitian menyarankan agar uji Shapiro-Wilk digunakan untuk sampel minimal 30 agar hasilnya dapat diandalkan (Lopes dkk., 2013). Sementara itu, uji Kolmogorov-Smirnov cenderung memerlukan ukuran sampel yang lebih besar dan umumnya efektif untuk sampel mulai dari 50 ke atas (Emmanuel dkk., 2020). Uji normalitas dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi (P-value) hasil uji dengan tingkat signifikansi ($\alpha = 0,05$). Jika nilai *Sig.* $> 0,05$, maka data sampel dianggap berasal dari populasi yang berdistribusi normal. Proses pengujian normalitas ini dilakukan menggunakan *software* SPSS versi 29.

3.6.6.2 Uji Homogenitas

Pada penelitian ini, uji homogenitas yang digunakan adalah *Levene's Test*, yang dianalisis menggunakan *software* SPSS versi 29. Apabila nilai *Sig.* $> 0,05$, maka data dianggap homogen atau berasal dari varians yang sama.

3.6.6.3 Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk menguji kebenaran parameter berdasarkan data yang diperoleh dari sampel penelitian. Terdapat dua jenis metode uji hipotesis, yaitu uji statistik parametrik dan nonparametrik, yang pemilihannya didasarkan pada hasil uji normalitas dan homogenitas data. Pada tahap awal, dilakukan pengujian normalitas dan homogenitas data guna memastikan bahwa data berdistribusi normal dan memiliki varians yang seragam antar populasi. Jika data memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, maka analisis menggunakan uji parametrik berupa uji t dua sampel independen (*independent t-test*) akan diterapkan. Apabila data berdistribusi normal tetapi tidak homogen, maka digunakan uji t' untuk dua sampel

independen. Namun, apabila data tidak memenuhi kriteria normalitas dan homogenitas, maka uji statistik nonparametrik, yakni uji Mann-Whitney U, akan digunakan untuk menguji signifikansi perbedaan. Uji hipotesis ini dilakukan dengan menggunakan *software* SPSS versi 29. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut

H_0 = Tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam *self-regulated learning* siswa antara pembelajaran yang menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL dan pembelajaran tanpa e-modul tersebut pada materi kalor.

H_1 = Terdapat perbedaan yang signifikan dalam *self-regulated learning* siswa antara pembelajaran yang menggunakan e-modul interaktif berbasis POGIL dan pembelajaran tanpa e-modul tersebut pada materi kalor.

Penentuan keputusan pengujian hipotesis dilakukan dengan membandingkan nilai signifikansi hasil uji dengan taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) atau dengan membandingkan nilai t_{hitung} dan t_{tabel} . Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

- Jika $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan nilai *Sig. (2 – tailed)* $< 0,05$, maka H_0 ditolak.
- Jika $t_{hitung} < t_{tabel}$ dan nilai *Sig. (2 – tailed)* $> 0,05$, maka H_0 diterima

3.6.6.4 Effect Size

Dalam penelitian ini, *effect size* dihitung berdasarkan nilai *post-test* guna mengukur besarnya pengaruh e-modul interaktif berbasis POGIL pada materi kalor berpengaruh terhadap *self-regulated learning* siswa. Perhitungan *effect size* menggunakan rumus *Cohen's d* yang tercantum pada Persamaan (3.7), dan hasil perhitungan tersebut diinterpretasikan sesuai pedoman Becker (2000) yang disajikan dalam Tabel 3.31.

3.6.7 Analisis Respons Siswa terhadap Penggunaan E-Modul Interaktif berbasis POGIL pada Materi Kalor

Analisis terhadap respons siswa mengenai penggunaan e-modul interaktif berbasis POGIL pada materi kalor dilakukan dengan metode penilaian terakumulasi (*Method of Summated Ratings/MSR*). Data penilaian yang dikumpulkan dari siswa

kemudian dianalisis menggunakan metode MSR untuk memperoleh gambaran keseluruhan tentang respons dan tingkat penerimaan siswa terhadap e-modul tersebut. Analisis persentase respons siswa dihitung dengan rumus berikut:

$$RS (\%) = \frac{x}{x_i} \times 100\% \quad (3.8)$$

(Akbar, 2022)

Keterangan:

RS = Persentase respons siswa (%)

x = Jumlah skor penilaian yang diberikan oleh siswa

x_i = Skor maksimum

Persentase respon yang diperoleh selanjutnya diinterpretasikan sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan oleh Khairiyah (2018) sebagai berikut:

Tabel 3. 32 Kategori Nilai Respon Siswa

Nilai Respon Siswa (%)	Kategori
$RS \geq 85$	Sangat Positif
$70 \leq RS < 85$	Positif
$50 \leq RS < 70$	Kurang Positif
$RS < 50$	Tidak Positif

(Khairiyah, 2018)