BAB III
METODE PENELITIAN

A. Jenis dan Model Pengembangan

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D). Menurut Sugiyono (2020), metode penelitian ini digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut. Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah Modul Elektronik Fisika berpendekatan etno-STEM melalui tradisi *ma'Apam*.

B. Prosedur Pengembangan

Pengembangan modul dalam penelitian ini mengacu pada model pengembangan Plomp yang terdiri atas tiga tahapan utama, yaitu *preliminary research*, *prototyping phase*, dan *assessment phase* (Plomp, 2013).

UIN IMAM BONJOL PADANG

1. *Preliminary Research* (Penelitian Pendahuluan)

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, mengkaji literatur, dan merancang kerangka konseptual pengembangan modul. Kegiatan yang dilakukan meliputi:

a. Analisis kebutuhan

Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi, wawancara dengan guru fisika dan murid di Madrasah Aliyah untuk memahami tantangan dalam pembelajaran fisika, khususnya terkait keterampilan berpikir kritis dan kreatif, serta potensi pemanfaatan kearifan lokal dalam pembelajaran. Pada tahap ini juga dilakukan analisis tentang

pengembangan bahan ajar elektronik yang sesuai dengan pengembangan murid. Analisis pengembangan murid dilakukan dengan cara wawancara kepada pendidik dan murid (lampiran 1.22 dan 1.23) untuk mengetahui bahan ajar seperti apa yang diinginkan oleh pendidik dan murid.

b. Kajian Literatur

Kajian literatur merupakan kegiatan mengumpulkan dan menelaah berbagai sumber referensi yang relevan untuk mendukung pengembangan produk. Pada tahap ini dilakukan kajian terhadap teori-teori pembelajaran STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*), etno-STEM sebagai pendekatan pembelajaran berbasis budaya, serta karakteristik modul elektronik yang efektif. Kajian literatur bersumber dari buku teks, jurnal ilmiah, serta hasil-hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan materi yang akan dikembangkan. Kegiatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa modul elektronik yang dikembangkan memiliki landasan teori yang kuat, sesuai dengan konsep pembelajaran berbasis budaya, serta dapat digunakan secara efektif dalam proses pembelajaran.

UIN IMAM BONJOL PADANG

c. Analisis Bahan Ajar

Pada tahap analisis bahan ajar, peneliti menganalisis modul elektronik pada materi kalor dan perpindahan kalor yang digunakan dilapangan. Analisis yang dilakukan meliputi identifikasi Modul Elektronik seperti apa yang digunakan dan beredar dilapangan, mengidentifikasi Modul Elektronik serta kelebihan dan kekurangan dari Modul Elektronik tersebut. Pada tahapan ini merupakan kerangka

penyusunan bahan ajar yang digunakan sebagai pedoman dalam pembuatan Modul Elektronik yang nantinya akan disesuaikan dengan isi materi dan tampilan. Modul Elektronik ini belum pernah diterapkan disekolah tersebut. Oleh karena itu bahan ajar berupa Modul Elektronik ini merupakan pilihan yang tepat dalam pembelajaran fisika.

2. *Prototyping Phase* (Fase Pengembangan Prototipe)

a. Pengembangan konten multimedia interaktif

Pengembang merealisasikan desain konseptual menjadi produk digital menggunakan aplikasi Canva sebagai platform utama. Konten multimedia yang dihasilkan mengintegrasikan elemen teks, gambar, skenario masalah kontekstual (*real-world problem scenarios*).

b. Penyusunan Instrumen Validasi Terstandar

Peneliti mengembangkan instrumen penilaian validitas berupa angket skala Likert yang mencakup empat aspek evaluasi, yaitu relevansi konten, kualitas media, kejelasan linguistik, dan kelayakan instruksional. Instrumen ini berfungsi sebagai alat ukur formatif untuk memperoleh umpan balik objektif dari validator ahli sebelum produk diujicobakan kepada pengguna.

UIN IMAM BONJOL PADANG

c. Pelaksanaan Validasi oleh Ahli Materi, Media, dan Bahasa

Validator ahli yang terdiri dari dosen ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa melakukan penilaian terhadap prototipe awal modul elektronik menggunakan instrumen yang telah disusun. Proses validasi ini menghasilkan data kuantitatif yang dianalisis setiap aspek penilaian.

d. Analisis Data Validitas dan Interpretasi Kategori Kelayakan

Peneliti mengolah hasil penilaian validator dengan menghitung nilai V Aiken dan menginterpretasikannya ke dalam kategori kelayakan (valid atau tidak valid) berdasarkan kriteria Azwar (1997). Hasil analisis menunjukkan bahwa modul elektronik memperoleh skor validitas rata-rata > 0,90 pada aspek materi, media, dan bahasa, yang mengindikasikan bahwa produk telah memenuhi standar substansi, teknis, dan linguistik untuk memasuki tahap penilaian (*assessment*).

e. Penyusunan Instrumen Validasi Terstandar

Peneliti mengembangkan instrumen penilaian validitas berupa angket skala Likert yang mencakup empat aspek evaluasi, yaitu relevansi konten, kualitas media, kejelasan linguistik, dan kelayakan instruksional. Instrumen ini berfungsi sebagai alat ukur formatif untuk memperoleh umpan balik objektif dari validator ahli sebelum produk diujicobakan kepada pengguna.

f. Pelaksanaan Validasi oleh Ahli Materi, Media, dan Bahasa

UIN IMAM BONJOL PADANG

Validator ahli yang terdiri dari dosen ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa melakukan penilaian terhadap prototipe awal modul elektronik menggunakan instrumen yang telah disusun. Proses validasi ini menghasilkan data kuantitatif yang dianalisis dengan rumus Aiken's V untuk menentukan koefisien validitas isi *(content validity index*) setiap aspek penilaian.

g. Analisis Data Validitas dan Interpretasi Kategori Kelayakan

Peneliti mengolah hasil penilaian validator dengan menghitung nilai V Aiken dan menginterpretasikannya ke dalam kategori kelayakan (valid atau tidak valid) berdasarkan kriteria Azwar (1997). Hasil analisis

menunjukkan bahwa modul elektronik memperoleh skor validitas rata-rata > 0,90 pada aspek materi, media, dan bahasa, yang mengindikasikan bahwa produk telah memenuhi standar substansi, teknis, dan linguistik untuk memasuki tahap penilaian (*assessment*).

h. Revisi Iteratif Berbasis Masukan Validator

Peneliti melakukan perbaikan terhadap prototipe modul elektronik berdasarkan saran dan rekomendasi konstruktif dari para validator ahli. Revisi ini mencakup penyempurnaan tata letak visual, klarifikasi instruksi pembelajaran, dan penyesuaian bahasa agar lebih sesuai dengan karakteristik perkembangan kognitif murid kelas XI madrasah aliyah. Produk hasil revisi kemudian ditetapkan sebagai prototipe final yang siap diuji kepraktisan dan keefektifannya.

Bentuk kegiatan evaluasi formatif yang dilakukan pada pengembangan modul elektronik interaktif berbasis model *project based learning* adalah dengan penilaian pakar (*expert review*). Pandangan ahli *(expert review*) adalah evaluasi yang memberikan pandangan bersifat ekstrinsik terhadap pengembangan model untuk melihat keakuratan isi atau kualitas. Pakar/ahli yang relevan diminta untuk memberikan penilaian dan saran terhadap prototipe I modul elektronik terintegrasi kearifan lokal ma apam. Penilaian dan saran dari pakar tehadap produk menggunakan instrumen validasi produk.

UIN IMAM BONJOL PADANG

Tabel 3. 1 Tahapan Evaluasi Formatif

Tahapan	Evaluasi	Kriteria	Instrumen Penilaian	Hasil
Mendesain Prototipe		Sebagai lanjutan dari tahap sebelumnya		Desain awal prototipe I Modul elektronik fisika
	Expert Review	1. Validasi Isi 2. Validasi Konstruk 3. Validasi Bahasa	Instrumen Validasi Produk	Prototipe Modul elektronik fisika Etno STEM dalam tradisi maapam terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif murid
Revisi *Prototype*		Komentar dan saran terhadap prototype produk dan pelaksanaannya		Prototipe II Modul elektronik fisika Etno STEM dalam tradisi maapam pada materi perpindahan kalor dan termodinamika terhadap kemampuan berpikir kritis dan kreatif murid.

Sumber: plomp dalam sari (Milya Sari: 2019).

UIN IMAM BONJOL PADANG

Hasil evaluasi digunakan untuk merevisi modul hingga menghasilkan prototipe II yang siap diujicobakan pada tahap berikutnya.

3. *Asessment Phase* (Fase Penilaian)

Fase penilaian (*assessment phase)* dalam model Plomp merupakan tahap akhir yang menentukan kualitas akhir produk pengembangan. Plomp (2013)

mendefinisikan fase ini sebagai kegiatan evaluasi sumatif untuk menyimpulkan apakah solusi atau intervensi memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan sebelumnya**.** Peneliti melaksanakan uji coba lapangan untuk mengumpulkan data evaluasi pada fase ini. Yunus et al. (2023) mengimplementasikan uji coba kelompok kecil dan uji coba kelompok besar dalam tahapan tes dan evaluasi model Plomp. Peneliti membagikan angket respon kepada guru dan murid selama proses uji coba berlangsung. Instrumen penelitian mencakup lembar validasi ahli, angket respon pengguna.

Berdasarkan hasil uji coba, modul direvisi akhir untuk menghasilkan produk akhir yang memenuhi kriteri valid,praktis dan efektif

Tabel 3. 2 Tahapan Evaluasi Sumatif (*Assesment Phase*)

Kegiatan	Kriteria penilaian	Instrumen	Hasil
Uji Coba Terbatas	Praktikalitas (keterbacaan)	Angket praktikalitas pendidik peserta Didik	Modul elektronik berpendekatan etno-STEM ma apam yang praktis
	Efektivitas	Soal tes berpikir	Modul elektronik
		kritis dan kreatif	berpendekatan etno-STEM ma apam yang efektif

UIN IMAM BONJOL PADANG

Sumber : Sari (2018)

Tabel 3.2 di atas menjelaskan tahapan evaluasi sumatif (assessment phase) yang dilakukan melalui kegiatan uji coba terbatas terhadap produk yang dikembangkan. Pada tahap ini, evaluasi difokuskan pada dua kriteria penilaian utama, yaitu praktikalitas (keterbacaan) dan efektivitas produk. Kriteria praktikalitas diukur menggunakan instrumen berupa angket praktikalitas yang diisi oleh pendidik dan murid, dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kemudahan penggunaan dan keterbacaan produk yang

dikembangkan. Sementara itu, kriteria efektivitas diukur menggunakan instrumen soal tes berpikir kritis dan kreatif, yang bertujuan untuk mengukur sejauh mana produk mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif murid. Berdasarkan hasil uji coba terbatas ini, diperoleh hasil bahwa modul elektronik berpendekatan etno-STEM yang dikembangkan telah memenuhi kriteria praktis dan efektif, sehingga layak digunakan sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan langkah pengembangan yang sudah dikemukakan proses pengembangan modul elektronik berpendekatan etno-STEM digambarkan menjadi bagan sebagai berikut:

UIN IMAM BONJOL
PADANG

Tahap Kegiatan Penelitian	Langkah pengembangan plomp	Kreteria evaluasi Nieveen
1.Analisis kebutuhan 2.Analisis literature 3.Analisis kurikulum .4.Analisis bahan aiar	1.*Preliminary research* (riset awal)	Self evaluation (penilaian sendiri)
tahap 1 penyusunan modul elektronik belum valid Prototipe I Modul elektronik Pakar Sudah valid Hasil Analisis Prototipe II Modul Elektronik	2.*Protpying phase* (pengembangan prototipe)	Expert reviews 1.validitas isi 2.validitas konstruk Perkiraan 1.Praktikalitas 2.Efektifitas
Tahap II Uji coba terbatas Uji Coba Belum praktis & efektif Revisi Analisis hasil **Sudah praktis** Modul Elektronik Fisika Berpendekatan Etno-STEM Melalui Tradisi *Ma Apam* Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Dan Kreatif murid yang valid,praktis dan efektif. Keterangan =proses = Analisis = Hasil	*Assesment phase* (tahap penilaian)	Aktual 1.Praktikalitas Efektifitas

N IMAM BONJOL
PADANG

Berdasarkan gambar 3.1 penelitian ini dilakukan dalam 2 tahap. Dari tahap kegiatan ini diperoleh produk yang valid, praktis dan efektif (pada kemampuan berpikir kritis) (Sari, 2018).

1. Tahap pertama adalah penyususnan modul elektronik terintegrasi kearifan lokal Langkah-langkahnya adalah :

   a. Tahap pertama adalah penyusunan modul elektronik terintegrasi kearifan lokal yang di dokumentasikan kedalam bentuk modul elektronik terintegrasi kearifan lokal Pengembangan bahan ajar ini diawali dengan kajian literature dan kajian empriris. Tahap ini merupakan bagian dari *preliminary research* (penelitian awal).

   b. Tahap ini nantinya dilanjutkan dengan self evaluation yang menghasilkan validator ahli bahasa. *prototype I* modul elektronik terintegrasi kearifan lokal yang dinilai (di validasi) oleh expert (ahli) yaitu validator ahli materi, validator ahli konstruksi dan validator ahli bahasa

2. Tahap kedua adalah uji coba terbatas (*field testing*), dimana modul elektronik terintegrasi kearifan lokal akan diterapkan pada pembelajaran fisika. Pada tahap ini dilakukan penilaian terhadap praktikalitas dan efektifitas. Uji coba terbatas analisis dilakukan untuk menghasilkan modul elektronik terintegrasi kearifan lokal yang praktis dan efektif. Berdasarkan gambar diatas, penelitian ini dilakukan dalam dua tahap. Dari dua tahap kegiatan ini diperoleh produk yang valid, praktis dan efektif.

UIN IMAM BONJOL PADANG

C. Uji Coba Produk

Uji coba yang dilakukan bertujuan untuk menyempurnakan prototipe II modul elektronik berpendekatan etno-STEM hasil tahap validasi. Uji coba produk dilakukan melalui uji coba terbatas pada tahap Assessment phase.

Uji coba terbatas ini merupakan bagian dari evaluasi formatif untuk menguji praktikalitas dan efektifitas produk yang dikembangkan. Uji coba dilakukan kepada pendidik dan murid kelas XI MAN 5 Pasaman Barat dalam pembelajaran fisika. Setelah uji coba terbatas selesai dilaksanakan, dilakukan kembali revisi terhadap modul elektronik fisika berpendekatan etno-STEM sehingga diperoleh modul elektronik fisika berpendekatan etno-STEM yang valid, praktis dan efektif.

1. Uji Validitas

Pengujian validitas Modul Elektronik dilakukan oleh tiga orang ahli yaitu (satu orang validator materi, satu orang validator konstruksi, dan satu orang validator bahasa) yang berasal dari dosen Tadris Fisika UIN Imam Bonjol Padang. Kevalidan Modul Elektronik dilihat dari segi kelayakan isi, kesesuaian dengan model pembelajaran, kesesuaian dengan konstruksi Modul elektronik, kesesuaian dengan syarat kebahasaan yang baik dan kesesuaian dengan syarat teknis.

UIN IMAM BONJOL PADANG

2. Uji Praktikalitas

Tingkat kepraktisan menunjukkan keberhasilan dan kebermanfaatan modul elektronik fisika berpendekatan etno-STEM melalui tradisi *ma'apam* untuk meningkatkan Keterampilan berpikir kritis murid dalam pembelajaran fisika dengan kemanfaatan yang tinggi. Reaksi pendidik dan murid terhadap modul elektronik yang di buat menunjukkan kepraktisan produk tersebut.

3. Uji Efektifitas

Efektifitas produk menunjukkan tingkat keefektifan atau tidaknya produk modul elektronik fisika berpendekatan etno-STEM melalui tradisi *ma'apam*

yang dikembangkan terhadap keterampilan berpikir kritis murid. Uji efektivitas dapat dilihat melalui soal tes berpikir kritis yang diberikan kepada murid kelas XI Fase F di MAN 5 Pasaman Barat.

D. Subjek Uji Coba Produk

Subjek uji coba dalam penelitian ini adalah pendidik dan murid. Validator (kelompok pakar) dalam penelitian ini adalah ahli materi, ahli media dan ahli bahasa. Untuk uji coba terbatas melihat praktikalitas Modul elektronik Fisika terintegrasi kearifan lokal *ma apam* diberikan kepada pendidik fisika dan murid kelas XI Fase F di MAN 5 Pasaman Barat yang mengikuti pembelajaran fisika semester genap tahun akademik 2025/2026. Untuk melihat keefektifan kemampuan berpikir kritis murid pada modul elektronik terintegrasi kearifan lokal *ma'apam* diberikan kepada murid yaitu soal tes.

E. Instrumen Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data meliputi:

1. Lembar Validasi: Digunakan untuk mengukur tingkat kevalidan modul elektronik oleh para ahli (materi, media, dan bahasa).
2. Angket Respon Siswa dan Guru: Digunakan untuk mengukur tingkat kepraktisan penggunaan modul elektronik dalam pembelajaran (Sari et al., 2022).
3. Instrumen Tes**:** Berupa soal uraian yang disusun berdasarkan indikator keterampilan berpikir kritis (analisis, inferensi, evaluasi) dan berpikir kreatif (kelancaran, keluwesan, keaslian, dan elaborasi) sesuai dengan kriteria Karim et al. (2021).

UIN IMAM BONJOL PADANG

F. Jenis Data

Data penelitian ini adalah data hasil uji validasi, uji praktikalitas dan uji efektivitas, yang terdiri dari kualitatif dan kuantitatif.

1. Data kualitatif

Data kualitatif diperoleh dari hasil uji validasi yang berupa masukan atau saran dari hasil penilaian validator (ahli materi, ahli media, dan ahli bahasa) dengan kategori SB (Sangat Baik), B (Baik), C (Cukup), K (Kurang), dan SK (Sangat Kurang). Selain itu, data kualitatif juga dilihat dari respon murid berupa masukan atau saran serta pernyataan dengan kategori:

Tabel 3. 3 Kriteria Nilai Validitas

Pernyataan	Bobot pernyataan
Sangat tidak setuju	1
Tidak setuju	2
Cukup setuju	3
Setuju	4
Sangat setuju	5

UIN IMAM BONJOL PADANG

SS = (Sangat Setuju)

S = (Setuju)

CS = (Cukup Setuju)

TS = (Tidak Setuju),dan

STS = (Sangat Tidak Setuju).

Hal tersebut dapat berupa pernyatan positif dan negatif. Data kualitatif diperoleh dari data instrumen angket uji praktikalitas, dan efektivitas.

2. Data Kuantitatif

Data kuantitatif dalam penelitian ini diperoleh dari instrumen angket validasi dan praktikalitas. Data kuantitatif dari penelitian ini adalah:

a) Data dari uji kevalidan produk, berasal dari instrumen validasi produk dari ahli terhadap Modul elektronik yang dikembangkan. Data ini diperoleh dari tahap *prototipe.*
b) Data dari uji kepraktisan produk, berasal dari penilaian pendidik dan murid. Data diperoleh dari tahap uji coba terbatas.
c) Data dari uji efektifitas produk, berasal dari tes soal yang dikerjakan murid. Data diperoleh dari tahap uji coba terbatas.

Data kuantitatif dalam penelitian ini adalah skor penilaian setiap poin kriteria penilaian dari data kualitatif pada lembar penilaian yang di isi oleh ahli materi, ahli media dan ahli bahasa.

UIN IMAM BONJOL PADANG

G. Teknik Analisis Data

2) **1. Teknik analisis dan Pengolahan data untuk validitas produk**

Validitas produk yang telah dibuat dapat dilihat dari angket-angket yang diisi oleh tiga validator dan hasil tanya jawab selama proses validitas Modul elektronik fisika etno-STEM pada pembuatan apam. Pembobotan lembar angket dilakukan berdasarkan skala Likert. Skala Likert dikembangkan oleh Rensis Likert, Responden hanya memberikan persetujuan atau ketidak setujuan terhadap butir angket tersebut. Skala Likert disusun berkategori positif. Pertanyaan positif mendapatkan bobot tertinggi dengan rincian sebagai berikut (Sugiyono, 2013):

Tabel 3. 4 Bobot Pernyataan Validitas Modul elektronik

Pernyataan	Bobot Penyataan
Sangat Tidak Setuju	1
Tidak Setuju	2
Cukup Setuju	3
Setuju	4
Sangat Setuju	5

sumber : sugiyono,2013

Skor dihitung dengan cara mengalikan jumlah skor responden dengan nilai bobot. Jumlah skor total dibagi dengan jumlah bobot tertinggi, kemudian digunakan rentang 0-100. Penilaian Validitas ditentukan berdasarkan kriteria interpretasi skor yang diperoleh. Perhitungan data nilai hasil validasi dianalis dalam skala (0-100) dilakukan dengan menggunakan rumus:

$P=\frac{X}{Y}$ x 100%..... (3.1)

Keterangan:

P = Nilai validitas praktikalitas produk.

X = Skor yang diperoleh dari hasil validasi produk Y = Skor maksimum hasil validasi produk

UIN IMAM BONJOL PADANG

Tabel 3. 5 Kriteria Nilai Validitas Modul elektronik

Kategori	Interval
Sangat Tidak Valid	0-20
Tidak Valid	21-40
Cukup Valid	41-60
Valid	61-80
Sangat Valid	81-100

Sumber: (sugiyono,2013)

Validitas produk yang dikembangkan dikatakan valid ketika hasil validitas yang didapat berada dalam rentang 61–80, dan dapat dilanjutkan pada tahap praktikalitas.

3) **2. Teknik Analisis dan Pengolahan Data untuk Praktikalitas Produk**

Kepraktisan produk yang dikembangkan dilihat dari angket yang diberikan kepada pendidik fisika dan 24 orang Murid fase F kelas XI MAN 5 Pasaman Barat. Pembobotan dilakukan berdasarkan skala Likert sama dengan analisis data validitas produk.

Tabel 3. 6 Bobot Pernyataan Praktikalitas Modul elektronik

Kategori	Interval
Sangat Tidak Praktis	1
Tidak Praktis	2
Cukup Praktis	3
Praktis	4
Sangat Praktis	5

Teknik prakalitas ditentukan melalui rumus (3.1)

Tabel 3. 7 Kriteria Nilai Praktikalitas Modul elektronik

Kategori	Interval
Sangat Tidak Praktis	0-20
Tidak Praktis	21-40
Cukup Praktis	41-60
Praktis	61-80
Sangat Praktis	81-100

Sumber: (Riduwan, 2004)

Produk yang dikembangkan dikatakan praktis ketika hasil praktikalitas berada dalam rentang 61–80, dan dapat dilanjutkan dalam tahap efektivitas.

UIN IMAM BONJOL PADANG

4) **3. Teknik Analisis dan Pengolahan Data untuk Efektivitas Produk**

Keefektifan produk yang dikembangkan dilihat dari soal berpikir kritis dan kreatif yang diberikan kepada 24 orang Murid fase F kelas XI MAN 5 Pasaman Barat. Pembobotan dilakukan berdasarkan skala Linkert sama dengan analisis data validitas produk.

Tabel 3. 8 Bobot Pernyataan Efektivitas Modul elektronik

Kategori	Interval
Sangat Tidak Efektif	0-20
Tidak Efektif	21-40
Cukup Efektif	41-60
Efektif	61-80
Sangat Efektif	81-100

Sumber: (Riduwan; 2004)

Produk yang dikembangkan dikatakan efektif ketika hasil efektifitas berada dalam rentang 61–100. Soal yang digunakan untuk analisis keterampilan berpikir kritis dan kreatif yaitu berupa soal essay. Soal berjumlah 5 butir soal. Keterangan bobot skor:

a. Jika dijawab benar skor 20

b. Jika dijawab benar, namun jawaban tidak lengkap (setengah) skor 10

c. Jika tidak dijawab skor 0

d. Jumlah skor maksimal adalah 100

e. Rumus menghitung jumlah skor:

$$\text{Nilai}=\frac{jumlah\ skor\ yang\ diperoleh}{jumlah\ maksimum\ N}\ \text{X}\ 100\% \quad \text{.....(3.2)}$$

Menentukan penilaian kemampuan murid dalam menjawab soal berpikir kritis dan kreatif menggunakan rubrik penilaian dilihat pada tabel berikut.

UIN IMAM BONJOL PADANG

Tabel 3. 9 Rubrik Penskoran Tes Kemampuan Berpikir Kritis

No. Soal	Indikator Berpikir Kritis	Aspek yang Diukur dalam Konteks Ma'apam	Skor Maks	Kriteria Penskoran
1	Klarifikasi dasar, klarifikasi lanjut, menyimpulkan, dan evaluasi.	Ketepatan mengidentifikasi pernyataan, mendefinisikan konsep laju perpindahan kalor dan efisiensi termal, menganalisis risiko hot spot, serta menilai kebenaran pernyataan secara saintifik.	20	20 menjawab lengkap dan tepat; memuat identifikasi, definisi konsep, analisis risiko, dan evaluasi saintifik secara utuh. 15 menjawab benar secara konsep, namun penjabaran analisis risiko atau evaluasi kurang mendalam. 10 menjawab sebagian kecil dengan benar, namun alur penalaran kurang terstruktur. 0 tidak menjawab atau jawaban tidak relevan dengan konsep fisika.
2	Evaluasi, menyimpulkan, dan dukungan dasar.	Ketepatan mengevaluasi laju kalor (55.000 W) dan kemampuan memberikan minimal dua kriteria saintifik (efisiensi termal dan dampak terhadap material pangan) untuk menilai keamanan proses.	20	20 menjawab tepat; menyertakan evaluasi laju kalor dan minimal dua kriteria saintifik yang logis dan terukur. 15 menyertakan evaluasi dan satu kriteria saintifik, atau dua kriteria namun kurang terelaborasi. 10 jawaban memuat konsep fisika yang relevan, namun tidak memenuhi kriteria evaluasi yang diminta. 0 tidak menjawab atau jawaban salah.
3	Klarifikasi lebih lanjut.	Ketepatan menganalisis mekanisme perpindahan kalor yang paling dominan pada tiga tahapan pembuatan apam dan membedakan mengapa mekanisme lain tidak dominan.	20	20 menganalisis ketiga tahapan dengan tepat dan membedakan mekanisme dominan (konveksi paksa, radiasi-konduksi, konveksi alami-kondensasi) secara jelas.15 menganalisis dua tahapan dengan tepat, atau tiga tahapan namun pembedaan mekanisme kurang jelas.10 Jawaban hanya menyebutkan nama mekanisme tanpa analisis kausal yang tepat. 0 Tidak menjawab atau jawaban salah.

UIN IMAM BONJOL PADANG

4	Strategi dan taktik (Strategies & Tactics).	Ketepatan menganalisis hubungan non-linear antara penambahan energi kalor dan kenaikan suhu, serta membedakan fase pemanasan awal dan fase pendekatan kematangan.	20	20 menganalisis ketidaklinearan dengan tepat dan membedakan kedua fase berdasarkan laju penyerapan kalor dan risiko kehilangan energy. 15 menganalisis ketidaklinearan dengan benar, namun pembedaan fase kurang rinci. 10 jawaban kurang tepat, hanya menyinggung konsep kehilangan energi tanpa kaitan fase yang jelas. 0 tidak menjawab atau jawaban tidak relevan.
5	Inferensi (Inference) dan analisis.	Ketepatan mengevaluasi klaim pengrajin berdasarkan konsep kalor laten penguapan, laju transfer massa uap, dan perubahan viskositas adonan.	20	20 mengevaluasi klaim dengan tepat; mengaitkan minimal dua kriteria termodinamika (keseimbangan laju penguapan dan kontrol tekanan uap jenuh) secara logis.15 mengevaluasi dengan benar, namun hanya menggunakan satu kriteria termodinamika atau penjelasannya kurang komprehensif. 10 jawaban memuat konsep kalor laten, namun tidak dikaitkan dengan evaluasi klaim secara utuh. 0 Tidak menjawab atau jawaban salah.
	Jumlah Skor Maksimal Berpikir Kritis		100	

UIN IMAM BONJOL PADANG

Tabel 3. 10 Rubrik Penskoran Tes Kemampuan Berpikir Kreatif

No. Soal	Indikator Berpikir Kreatif	Aspek yang Diukur dalam Konteks Ma'apam	Skor Maks	Kriteria Penskoran

1	*Flexibility* (Keluwesan), *Originality* (Orisinalitas), dan *Elaboration* (Elaborasi).	Keluwesan dan keorisinalan dalam menjustifikasi praktik tradisional "mengatur jarak api + mengaduk kontinu" ditinjau dari prinsip *thermal buffering* dan homogenisasi termal.	20	20 Menjawab tepat; memberikan justifikasi yang orisinal, luwes, dan terelaborasi dengan baik menggunakan prinsip termodinamika pangan.15 Justifikasi benar dan logis, namun kurang variatif atau kurang mendalam dalam penjabaran prinsip termodinamika.10 Jawaban memuat gagasan yang relevan, namun bersifat umum dan kurang menunjukkan keluwesan berpikir. 0 Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan.
2	*Fluency* (Kelancaran) dan *Flexibility* (Keluwesan).	Kelancaran dan keluwesan dalam memprediksi dua kemungkinan perubahan aliran kalor dan tekstur akibat substitusi material dari dua perspektif berbeda (sifat material vs. dinamika fluida).	20	20 Memprediksi dua perubahan dengan tepat dan menjelaskannya menggunakan dua perspektif fisis yang berbeda secara luwes. 15 Memprediksi dua perubahan dengan benar, namun penjelasan perspektif fisis hanya dari satu sudut pandang. 10 Prediksi kurang tepat atau hanya menyebutkan satu perubahan tanpa penjelasan fisis yang memadai. 0 Tidak menjawab atau jawaban salah.

UIN IMAM BONJOL PADANG

3	*Elaboration* (Elaborasi).	Kedalaman elaborasi dalam merancang strategi pengendalian api bertahap (minimal 3 tahap) yang mengaitkan setiap taktik dengan prinsip termodinamika untuk meminimalkan pemborosan energi.	20	20 Mengelaborasi strategi bertahap secara rinci, sistematis, dan mengaitkan setiap tahap dengan prinsip termodinamika secara tepat. 15 Strategi bertahap disebutkan, namun penjabaran kaitannya dengan prinsip termodinamika kurang rinci. 10 Hanya menyebutkan strategi secara umum tanpa pembagian tahapan atau kaitan fisis yang jelas. 0Tidak menjawab atau jawaban tidak relevan.
4	*Originality* (Orisinalitas) dan *Flexibility* (Keluwesan).	Keorisinalan dan keluwesan dalam menjustifikasi keunggulan praktik "api kecil + tutup rapat" dibandingkan strategi modern, ditinjau dari efisiensi energi dan dampak struktur jaringan pati-protein.	20	20Menjawab tepat; memberikan justifikasi yang orisinal dan luwes, mengaitkan efisiensi energi dengan dampak fisis terhadap struktur jaringan adonan.15 Justifikasi benar, namun kurang variatif atau kurang mendalam dalam mengaitkan dengan struktur jaringan pati-protein. 10 Jawaban memuat konsep efisiensi, namun tidak mampu menjustifikasi perbandingan dengan strategi modern secara utuh. 0 Tidak menjawab atau jawaban salah.
	Jumlah Skor Maksimal Berpikir Kreatif	(Diukur pada soal 2, 3, 4, dan 5)	80	

UIN IMAM BONJOL PADANG