

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan R&D (*Research and Development*). Pendekatan ini dipilih karena bertujuan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifannya. Sesuai dengan Sugiyono (2016), penelitian R&D menghasilkan produk tertentu dan kemudian mengevaluasi keefektifannya. Model ADDIE digunakan oleh penelitian ini untuk merancang media pembelajaran yang efektif. Model ADDIE dipilih karena banyak digunakan dalam desain instruksional dan memiliki alur yang fleksibel, sehingga dapat membantu dalam menciptakan media pembelajaran yang berkualitas.

3.2. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimen dengan model *One-Group Pretest-Posttest* untuk menguji efektivitas suatu perlakuan. Desain ini dipilih karena memungkinkan pengukuran perubahan pada satu kelompok subjek penelitian sebelum dan sesudah diberikan perlakuan. Penelitian ini menggunakan *pretest* untuk mengetahui kondisi awal subjek penelitian sebelum diberikan perlakuan. Hasil *pretest* ini kemudian dibandingkan dengan hasil *posttest* yang dilakukan setelah perlakuan diberikan. Perbandingan ini memungkinkan peneliti untuk melihat apakah perlakuan tersebut membawa perubahan yang signifikan pada subjek penelitian (Sugiyono, 2016).

Tabel 3. 1: One Group Pretest-Posttest

Pretest	Perlakuan	Posttest
O ₁	X	O ₂

Dengan:

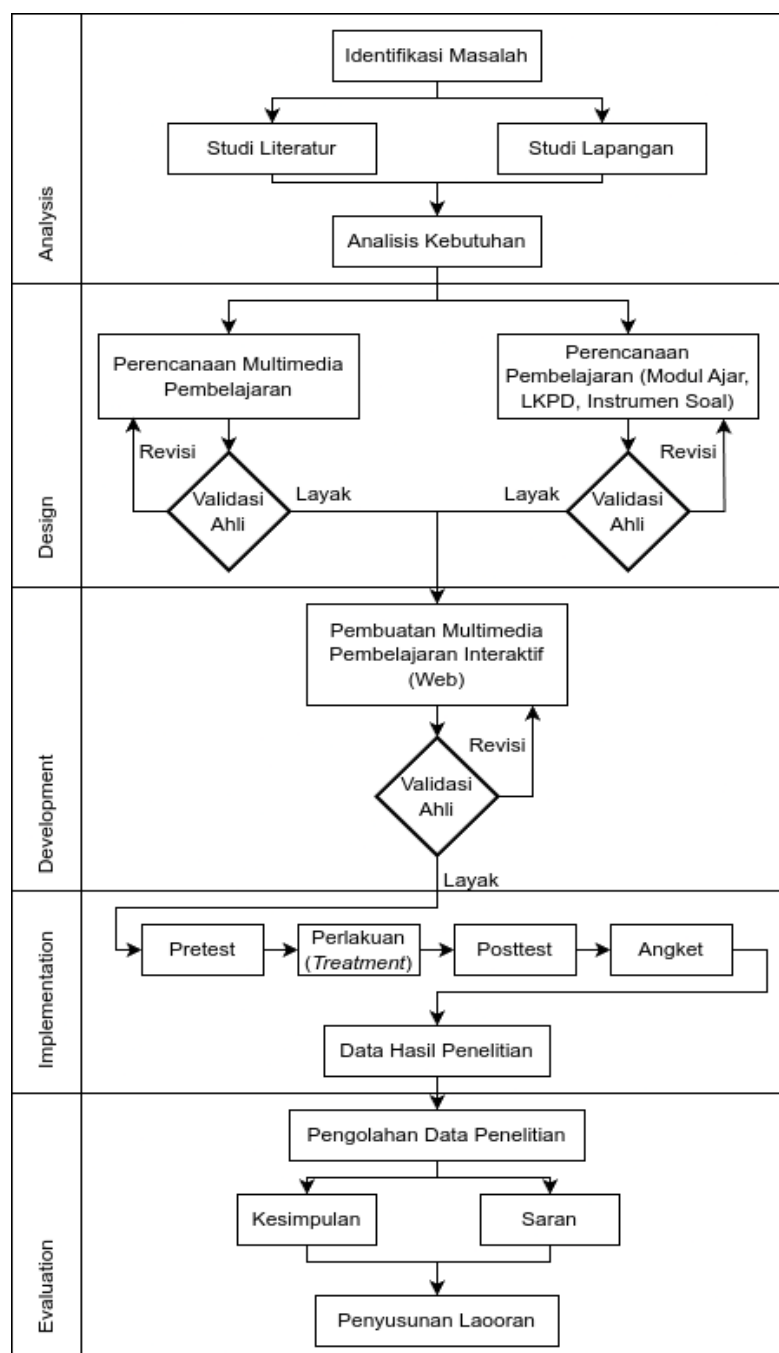
O₁ : Nilai sebelum diberikan perlakuan atau nilai *pretest*

X : Perlakuan atau tindakan kegiatan pembelajaran

O₂ : Nilai setelah diberikan perlakuan atau nilai *posttest*

3.3. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah mengadaptasi model pengembangan ADDIE. Berikut adalah gambar dari model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahapan: *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation*, dan *Evaluation*:



Gambar 3. 1: Prosedur Penelitian ADDIE

Adapun berikut penjelasan mengenai setiap tahapan prosedur penelitian dengan menggunakan ADDIE.

3.3.1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Pada tahap analisis dilakukan pencarian dan pengumpulan berbagai data yang diperoleh melalui studi literatur dan studi lapangan serta yang berkaitan dengan penelitian, setelah data terkumpul dan diolah kemudian diidentifikasi masalahnya, kemudian analisis kebutuhan terhadap perancangan multimedia pembelajaran yang akan dibuat. Berikut beberapa langkah dalam tahapan analisis:

1) Studi Literatur

Pada langkah ini dilakukan pencarian berbagai informasi mengenai masalah yang akan diteliti yakni multimedia pembelajaran, model pembelajaran *problem posing*, kemampuan *computational thinking*, serta materi *routing* dari bermacam-macam sumber baik itu buku, jurnal, artikel, skripsi, dan sumber lainnya

2) Studi Lapangan

Pada langkah ini bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang komprehensif terkait pembelajaran melalui wawancara dengan guru mata pelajaran dan memberikan angket kepada siswa untuk menggali hambatan belajar (*learning obstacle*) yang dihadapi oleh siswa. Selain itu, peneliti juga memvalidasi kekurangan kemampuan peserta didik dalam proses pembelajaran, seperti media dan model pembelajaran yang digunakan. Analisis kemampuan *computational thinking* dan sarana prasarana yang tersedia di sekolah juga dilakukan.

3) Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi desain dan pengembangan multimedia pembelajaran. Faktor-faktor tersebut dikategorikan menjadi dua, yaitu faktor fungsional dan non-fungsional. Analisis faktor fungsional berfokus pada kebutuhan perangkat lunak dan perangkat keras yang diperlukan untuk menjalankan multimedia pembelajaran. Sedangkan analisis faktor non-fungsional berfokus pada aspek-aspek yang tidak terkait dengan fungsi utama multimedia

pembelajaran, tetapi tetap penting untuk dipertimbangkan. Faktor-faktor ini meliputi kegunaan, performa, dan keamanan.

3.3.2. Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap desain peneliti menyusun perencanaan pembelajaran yang meliputi modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), serta penyusunan instrumen soal, dan menyusun rancangan multimedia pembelajaran yang dijelaskan sebagai berikut:

1) Perencanaan Rancangan Multimedia Pembelajaran

Dalam penelitian ini proses pembelajaran akan menggunakan multimedia pembelajaran berbasis aplikasi web. Perencanaan rancangan multimedia pembelajaran meliputi pembuatan ERD, pembuatan *storyboard*, pembuatan *use case diagram*, pembuatan *flowchart* yang kemudian diimplementasikan kedalam aplikasi.

- a) *Entity Relationship Diagram* (ERD), dibuat untuk merancang suatu basis data beserta dengan relasi antar entitas atau objek.
- b) *Use Case Diagram*, dibuat untuk menggambarkan bagaimana user dapat berinteraksi dengan multimedia pembelajaran.
- c) *Flowchart*, dibuat untuk menggambarkan alur kerja multimedia pembelajaran yang akan dibuat dengan menggunakan simbol-simbol *flowchart*.
- d) *Storyboard*, digunakan untuk menggambarkan rancangan multimedia pembelajaran yang akan dibuat secara berurutan sesuai dengan *flowchart*.

2) Perencanaan Pembelajaran

Pada tahap perencanaan pembelajaran terdapat tiga komponen penting meliputi penyusunan modul ajar, penyusunan lembar kerja peserta didik (LKPD), dan penyusunan instrumen soal yang diuraikan sebagai berikut:

- a) Penyusunan Modul Ajar. Modul ajar disesuaikan dengan materi yang telah dipilih untuk dibahas dalam proses pembelajaran, capaian pembelajaran

(CP) sesuai dengan kurikulum dan alur tujuan pembelajaran (ATP) yang disesuaikan dengan model pembelajaran yang ditentukan dan kemampuan *computational thinking*. Dalam modul ajar terdapat materi yang divalidasikan pada dosen pembimbing untuk mengetahui kelayakan materi yang telah disusun. Kemudian dilakukan revisi jika ditemukan kesalahan pada materi guna untuk memperbaiki kesalahan.

- b) Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), tahap ini disusun untuk melatih kemampuan *computational thinking* siswa melalui bentuk soal esai. Untuk menguji kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) dilakukan uji validasi yang dilakukan pada ahli pendidikan serta jika ditemukan kesalahan dalam penyusunan soal maka akan dilakukan revisi guna memperbaiki soal.
- c) Penyusunan Instrumen Soal. Pada tahapan ini disusun soal-soal dengan bentuk pilihan ganda yang dapat mengukur kemampuan *computational thinking* siswa yang diujikan kepada siswa dan digunakan dalam pretest, posttest, dan kuis. Dalam penyusunan instrumen soal diadakan validasi yang dilakukan pada ahli pendidikan serta dilakukan revisi jika ditemukan kesalahan pada soal dan memperbaikinya. Setelah itu dilakukan analisis terhadap kesukaran soal, validitas, reabilitas, dan daya pembeda.

3.3.3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Pada tahap *development* dalam model ADDIE berisikan realisasi dari tahap desain sebelumnya, Hal yang pertama dilakukan adalah pengembangan multimedia pembelajaran yakni berfokus pada pembuatan aplikasi multimedia pembelajaran berbasis website menggunakan framework Laravel. Proses pengembangan dimulai dengan membangun basis data berdasarkan *Entity Relationship Diagram* (ERD) yang telah dirancang sebelumnya. Selanjutnya, implementasi model pembelajaran problem posing dilakukan. Terakhir, konten modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan instrumen soal ditambahkan ke dalam aplikasi. konten ini dibuat sesuai dengan kurikulum dan materi pembelajaran yang telah ditentukan.

Selanjutnya media yang telah dibuat diuji cobakan untuk memastikan multimedia pembelajaran berfungsi sesuai rencana, tahap ini menggunakan teknik pengujian *blackbox*. Pengujian ini berfokus pada fungsionalitas, dengan memeriksa apakah *input*, fungsi, dan *output* aplikasi sesuai dengan rancangan awal. Jika pada pengujian *blackbox* semua fungsi berjalan sebagai mana mestinya maka langkah selanjutnya adalah validasi media oleh ahli dimana proses ini berguna untuk menguji dan menilai media pembelajaran yang telah dibuat guna mengukur kelayakan multimedia pembelajaran beserta materi yang telah dibuat. Validasi dilakukan menggunakan pengukuran angket *Learning Object Review Instrument* (LORI). Dilanjutkan dengan melakukan revisi terhadap multimedia pembelajaran bila ditemukan kesalahan setelah diadakan pengujian *blackbox* dan setelah dilakukan validasi ahli media.

3.3.4. Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap ini multimedia pembelajaran dan instrumen soal yang telah dibuat dan telah melalui tahap validasi ahli serta revisi maka tahap selanjutnya adalah multimedia tersebut akan diuji cobakan kepada siswa. Terdapat 4 (empat) tahapan diantaranya sebagai berikut:

1) *Pretest*

Setelah instrumen soal telah dinyatakan layak oleh ahli dan telah ditentukan tingkat validitas, reabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembedanya maka instrumen soal sudah bisa digunakan untuk pretest. Tujuan dari pretest adalah untuk mengukur kemampuan *computational thinking* awal siswa, pengukuran ini bertujuan untuk melihat seberapa jauh siswa dapat menyelesaikan soal-soal yang berkaitan dengan materi routing dalam perspektif *computational thinking*.

2) *Perlakuan (treatment)*

Dalam tahapan ini peneliti mengimplementasikan model pembelajaran *semi-structured problem posing* dan multimedia pembelajaran yang telah dibuat. Namun sebelum dilakukan pembelajaran, terlebih dahulu siswa dibagi ke dalam beberapa kelompok secara acak berdasarkan dengan nilai *pretest*. Setelah itu siswa masuk ke dalam pembelajaran berdasarkan dengan model pembelajaran

problem posing yang dibagi ke dalam 6 tahapan. Pertama adalah persiapan dimana siswa memahami tujuan pembelajaran dan mengisi apersepsi, kedua adalah pemahaman dimana siswa membaca dan/atau menonton materi, ketiga adalah situasi masalah dimana siswa diberikan sebuah situasi masalah atau informasi terbuka yang akan digunakan pada tahapan berikutnya, keempat adalah pengajuan masalah dimana siswa secara berkelompok mengajukan pertanyaan berdasarkan dengan situasi masalah sebelumnya, kelima adalah pemecahan masalah dimana siswa secara berkelompok menyelesaikan masalah atau soal dari pertanyaan yang diajukan oleh kelompok lain, dan yang keenam adalah verifikasi dimana siswa secara individu dilakukan pengecekan pemahaman di akhir pembelajaran.

3) *Posttest*

Pada pertemuan terakhir, akan diadakan *posttest* untuk mengukur bagaimana dampak diberikannya perlakuan (*treatment*) dalam proses pembelajaran terhadap kemampuan *computational thinking* siswa, sehingga pada akhirnya dapat diketahui tingkat efektivitas penggunaan multimedia pembelajaran dan model pembelajaran yang digunakan

4) Angket Tanggapan Siswa Terhadap Media Pembelajaran

Setelah *posttest* dilakukan selanjutnya adalah pemberian angket kepada siswa sebagai bentuk evaluasi terhadap media pembelajaran yang telah digunakan. Angket ini berupa angket *Technology Acceptance Model* (TAM). Angket ini digunakan untuk mengetahui persepsi peserta didik terhadap media pembelajaran yang digunakan, sehingga dapat menjadi dasar untuk evaluasi lebih lanjut.

3.3.5. Tahap Evaluasi (*Evaluation*)

Pada tahap evaluasi, setelah data hasil penelitian telah terkumpul selanjutnya dilakukan analisis terhadap hasil perubahan kemampuan *computational thinking* siswa setelah diberikannya perlakuan (*treatment*) serta menganalisis hasil angket respon siswa terhadap kelebihan dan kekurangan dari multimedia pembelajaran. Peningkatan kemampuan *computational thinking* siswa terlihat dari perbandingan nilai *pretest* dan *posttest*. Setelah dilakukan analisis dan

pengolahan hasil data penelitian tahap selanjutnya adalah pengambilan kesimpulan dan pemberian saran.

3.4. Populasi dan Sampel

Populasi yang terlibat dalam penelitian ini adalah siswa yang sedang menempuh pendidikan di SMK Negeri 4 Padalarang dengan konsentrasi keahlian Teknik Komputer Jaringan dan Telekomunikasi (TKJT). Sedangkan dalam pemilihan sampel penelitian digunakan metode *non-probability sampling* dengan jenis *purpose sampling* yaitu metode pengambilan sampel dengan pertimbangan tertentu yaitu melalui pertimbangan bahwa sampel yang dipilih sesuai dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Sampel dalam penelitian ini adalah siswa yang sedang mempelajari materi *routing* pada konsentrasi keahlian Teknik Komputer Jaringan dan Telekomunikasi (TKJT).

3.5. Instrumen Penelitian

Penelitian ini menggunakan instrumen sebagai alat ukur untuk mengumpulkan data yang menunjang penelitian. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1. Instrumen Studi Lapangan

Penelitian ini menggunakan dua instrumen untuk mengumpulkan data awal kebutuhan dalam pelaksanaan penelitian:

- 1) Wawancara dilakukan dengan guru mata pelajaran SMK Negeri 4 Padalarang. Wawancara ini menggunakan pertanyaan terbuka untuk menggali permasalahan yang dihadapi peserta didik terkait kemampuan *computational thinking* dalam materi *routing*, model dan metode pembelajaran yang digunakan, penggunaan media pembelajaran, dan kurikulum yang digunakan.
- 2) Angket diberikan kepada siswa yang telah mempelajari materi *routing* statis. Angket ini bertujuan untuk mengetahui pengetahuan awal mengenai *computational thinking*, model pembelajaran yang digunakan, penggunaan media pembelajaran, dan harapan siswa dalam sebuah media pembelajaran.

3.5.2. Instrumen Validasi Ahli Media dan Materi

Instrumen penilaian media dan materi pembelajaran oleh ahli dimaksudkan untuk mengukur kelayakan suatu materi dan media yang diberikan kepada siswa. Uji kelayakan ini dilakukan oleh ahli media dan materi. Penilaian media dan materi digunakan pengukuran menggunakan *Learning Object Review Instrument* (LORI).

Tabel 3. 2: Validasi Ahli dengan LORI

Kriteria Penilaian	Penilaian				
	1	2	3	4	5
Kualitas Isi Materi					
Ketelitian materi					
Ketepatan materi					
Keteraturan dalam penyajian materi					
Ketepatan dalam tingkat detail materi					
Pembelajaran					
Sesuai dengan tujuan pembelajaran					
Sesuai dengan aktivitas pembelajaran					
Sesuai dengan penilaian pembelajaran					
Sesuai dengan karakteristik siswa					
Umpan Balik					
Konten umpan balik dapat dijalankan oleh siswa atau model pembelajaran yang berbeda					
Motivasi					
Kemampuan memotivasi					
Desain Presentasi					
Desain multimedia dapat meningkatkan dan mengefisiensikan pembelajaran					
Interaksi Pengguna					
Kemudahan navigasi					
Tampilan yang dapat ditebak					
Kualitas dari tampilan fitur bantuan					
Aksebilitas					
Kemudahan dalam mengakses					

Kriteria Penilaian	Penilaian				
	1	2	3	4	5
Desain dari kontrol dan format penyajian untuk mengakomodasi berbagai belajar					
Penggunaan Kembali					
Kemampuan untuk digunakan dalam berbagai variasi pembelajaran dan dengan pelajar yang berbeda					
Memenuhi Standar					
Taat pada spesifikasi standar internasional					

3.5.3. Instrumen Soal

Instrumen soal merupakan kumpulan butir soal yang telah divalidasi oleh ahli berdasarkan penilaian, kelayakan, serta kesesuaian dengan indikator yang digunakan pada saat penelitian. Selain itu butir-butir soal juga diuji cobakan kepada siswa yang sudah mempelajari materi routing dan bukan merupakan sampel penelitian yang akan diteliti. Pengujicobaan ini dilakukan guna mengukur validitas, reabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda sehingga butir-butir soal tersebut dapat dinyatakan layak untuk digunakan dalam penelitian.

Soal yang dibuat merupakan soal yang digunakan untuk mengukur kemampuan siswa dalam menerapkan *computational thinking*. Instrumen soal tes ini terdiri dari soal *pretest* dan soal *posttest* dengan jenis soal pilihan berganda dengan sistem penilaian di mana setiap jawaban benar diberikan skor 1 dan jawaban salah diberikan skor 0. Soal *pretest* diberikan kepada siswa sebelum dilakukan perlakuan (*treatment*) untuk mengetahui kemampuan awal siswa sedangkan soal *posttest* diberikan kepada siswa untuk mengetahui kemampuan *computational thinking* setelah dilakukan perlakuan (*treatment*).

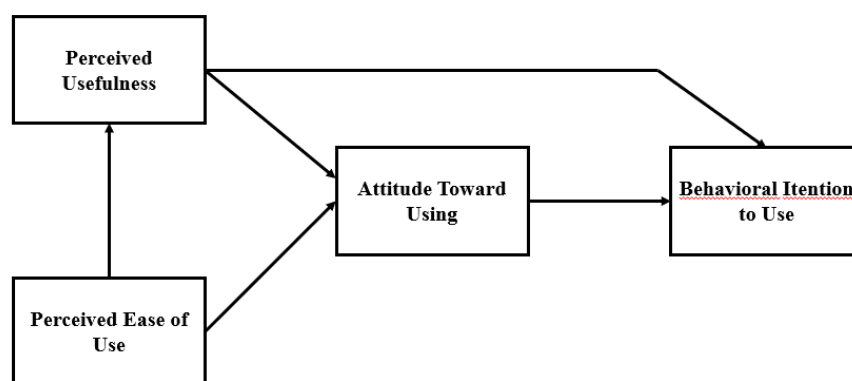
Sebelum digunakan dalam penelitian, soal-soal yang telah dibuat harus melalui proses validasi yang dilakukan oleh ahli guna untuk memastikan kelayakan dan kesesuaian soal dengan tujuan pembelajaran. Setelah melalui proses validasi oleh ahli, instrumen soal diuji coba kepada peserta didik kelas XI yang telah mempelajari materi routing namun bukan termasuk ke dalam sampel

ukuran yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (RG), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS).

3.5.4. Instrumen Tanggapan Siswa Terhadap Media Pembelajaran

Instrumen penilaian media oleh siswa berupa angket yang digunakan untuk mengetahui penilaian siswa sebagai obyek penelitian terhadap multimedia pembelajaran yang digunakan. Instrumen penilaian media ini menggunakan angket yang berpedoman kepada angket TAM (*Technology Acceptance Model*).

Angket TAM (*Technology Acceptance Model*) ini relevan untuk digunakan untuk menilai tanggapan siswa terhadap media pembelajaran karena model ini secara spesifik dirancang untuk memahami penerimaan pengguna terhadap teknologi. Dalam pembelajaran, dengan konstruk utama dalam TAM yakni *Perceived Usefulness* (PU) dan *Perceived Ease of Use* (PEU) membantu peneliti untuk mengukur sejauh mana siswa merasakan kebermanfaatan media terhadap peningkatan pemahaman mereka dan kemudahan penggunaannya dalam proses pembelajaran. Davis (1989) menjelaskan bahwa persepsi terhadap kegunaan dan kemudahan penggunaan akan membentuk sikap pengguna terhadap penggunaan teknologi. Oleh sebab itu, penggunaan angket TAM memberikan kerangka yang valid untuk mengevaluasi efektivitas serta penerimaan siswa terhadap media pembelajaran.



Gambar 3. 2: Konstruk Technology Acceptance Model (TAM)

Dalam model TAM yang dikembangkan oleh Davis (1989), terdapat empat konstruk yang menjelaskan bagaimana penerimaan dan penggunaan teknologi

termasuk media pembelajaran. Konstruk pertama adalah *Perceived Usefulness* (PU), dijelaskan sebagai sejauh mana peserta didik merasa bahwa penggunaan media pembelajaran akan membantu mereka belajar lebih efektif. Kedua adalah *Perceived Ease of Use* (PEOU), yaitu sejauh mana peserta didik merasa bahwa media tersebut mudah dipahami dan digunakan tanpa banyak mengeluarkan usaha lebih. Ketiga adalah *Attitude Toward Using* (ATU), yaitu sikap peserta didik terhadap penggunaan media tersebut, seperti apakah mereka senang dan tertarik menggunakannya. Terakhir adalah *Behavioral Intention to Use* (BI), yaitu niat peserta didik untuk menggunakan serta keinginan atau rencana untuk terus menggunakan media pembelajaran itu di masa yang akan datang. Keempat konstruk itu saling berkaitan dan membentuk pemahaman mengenai sikap dan penerimaan siswa terhadap media pembelajaran.

Pengukuran pada angket TAM ini menggunakan skala *likert* yang dibagi ke dalam 5 klasifikasi ukuran yaitu Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (RG), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS).

Tabel 3. 3 Angket TAM

No.	Kriteria Penilaian	Jawaban				
		STS	TS	N	S	SS
Persepsi Pengguna terhadap Kemanfaatan (<i>Perceived Usefulness</i>)						
1	Media pembelajaran ini dapat meningkatkan produktifitas saya dalam mempelajari <i>routing</i> statis.					
2	Media pembelajaran ini membuat saya lebih efektif dalam mempelajari <i>routing</i> statis.					
3	Media pembelajaran ini dapat meningkatkan hasil belajar dan kemampuan <i>computational thinking</i> saya.					
Persepsi Pengguna terhadap Kemudahan Penggunaan (<i>Perceived Ease of Use</i>)						
4	Media pembelajaran mempunyai prosedur yang mudah dipahami.					
5	Media pembelajaran dapat menunjang tercapainya tujuan pembelajaran saya.					

Miftah Rizky Alamsyah, 2025

RANCANG BANGUN MULTIMEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF DENGAN MENERAPKAN MODEL SEMI-STRUCTURED PROBLEM POSING PADA MATERI ROUTING STATIS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN COMPUTATIONAL THINKING SISWA SMK

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

No.	Kriteria Penilaian	Jawaban				
		STS	TS	N	S	SS
6	Media pembelajaran mudah digunakan.					
Sikap dalam Menggunakan (<i>Attitude Toward Using</i>)						
7	Media pembelajaran membuat pembelajaran menjadi lebih menarik.					
8	Media pembelajaran membuat pembelajaran menjadi lebih menyenangkan.					
9	Media pembelajaran cocok untuk materi routing statis.					
Perhatian untuk Menggunakan (<i>Behavioral Itention to Use</i>)						
10	Saya akan menggunakan media ini untuk belajar.					
11	Saya akan sering menggunakan media ini untuk belajar secara rutin.					
12	Saya akan merekomendasikan media ini.					

3.6. Teknik Analisis Data

Pada bagian teknik analisis data, peneliti melakukan penentuan teknik yang digunakan untuk menganalisis seluruh data hasil pengambilan dari instrumen penelitian yang dimulai dari analisis data instrumen studi lapangan, instrumen soal, instrumen validasi ahli, instrumen tanggapan siswa, hingga analisis data soal tes *computational thinking*.

3.6.1. Analisis Data Studi Lapangan

Pada bagian ini peneliti melakukan analisis studi lapangan dari data yang telah diperoleh melalui wawancara yang dilakukan kepada guru untuk mendapatkan berbagai latar belakang masalah dalam pembelajaran routing statis dan kemampuan *computational thinking* siswa. Melalui analisis studi lapangan baik wawancara dan kuesioner kepada guru dan siswa berguna untuk menggali informasi mendalam mengenai kebutuhan, persepsi, serta kendala yang dialami selama proses pembelajaran, sehingga pengembangan media dan pembelajaran dapat disesuaikan dengan kondisi nyata di lapangan. Selanjutnya, peneliti

Miftah Rizky Alamsyah, 2025

RANCANG BANGUN MULTIMEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF DENGAN MENERAPKAN MODEL SEMI-STRUCTURED PROBLEM POSING PADA MATERI ROUTING STATIS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN COMPUTATIONAL THINKING SISWA SMK

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

melakukan analisis dari hasil pendapat siswa berdasarkan angket kuesioner yang telah dibagikan. Hasil analisis dari instrumen tersebut, yang berupa angket dan wawancara akan menjadi dasar dalam menyusun rancangan media dan pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan siswa guna mendukung pengembangan multimedia pembelajaran yang efektif dalam meningkatkan kemampuan *computational thinking* siswa.

3.6.2. Analisis Data Instrumen Soal

Soal yang telah divalidasi oleh ahli akan diujicoba terlebih dahulu kepada siswa yang sudah mempelajari materi *routing* statis, namun bukan bagian dari sampel penelitian. Setelah diuji coba kepada siswa selanjutnya dilakukan uji validitas, reabilitas, daya pembeda, dan indeks kesukaran soal untuk kemudian dapat diambil kesimpulan mana saja soal yang layak untuk digunakan dalam tahapan selanjutnya.

1) Uji Validitas

Uji validitas digunakan untuk mengetahui sejauh mana butir-butir soal mampu mengukur apa yang seharusnya diukur, dengan kata lain uji validitas ini memastikan bahwa setiap pertanyaan dalam tes benar-benar relevan dan sesuai dengan variabel yang diukur. Menurut Sugiyono (2017), validitas instrumen menunjukkan derajat ketepatan antara data yang dikumpulkan dengan data yang sesungguhnya terjadi di lapangan. Sehingga dapat disimpulkan apakah suatu butir soal layak digunakan untuk mengukur suatu variabel atau tidak. Sejalan dengan hal tersebut, menurut Arikunto (2010) validitas butir soal adalah ukuran yang menunjukkan sejauh mana alat tersebut mengukur apa yang hendaknya diukur. Dari kedua ahli tersebut dapat disimpulkan bahwa uji validitas berguna untuk memastikan setiap soal benar-benar relevan, layak, dan merepresentasikan kompetensi atau variabel yang diukur. Pada penelitian ini, teknik pengujian validitas menggunakan korelasi yang dikenal dengan rumus *Product Moment Pearson* sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{n\Sigma xy - (\Sigma x)(\Sigma y)}{\sqrt{\{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\}\{n\Sigma y^2 - (\Sigma y)^2\}}}$$

Rumus 3. 1: Product Moment Pearson

Keterangan:

r = Koefisien korelasi

n = Banyaknya siswa

x = Nilai butir soal dari setiap siswa

y = Nilai total seluruh butir soal dari setiap siswa

Dengan ketentuan untuk mengetahui kondisi valid atau tidaknya instrumen soal, dapat dilihat dari kondisi atau nilai r hitung. Dimana jika r hitung lebih besar dari r tabel maka soal dinyatakan valid, namun jika r hitung lebih kecil dari r tabel maka instrumen soal dikatakan tidak valid. Berikut adalah kriteria dan koefisien validitasnya:

Tabel 3. 4: Kriteria Koefisien Validitas

Nilai r_{xy}	Kriteria
$0,00 < r_{xy} \leq 0,20$	Sangat Rendah
$0,20 < r_{xy} \leq 0,40$	Rendah
$0,40 < r_{xy} \leq 0,60$	Cukup
$0,60 < r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,80 < r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi

2) Uji Reliabilitas

Pengujian reliabilitas adalah derajat konsistensi suatu instrumen untuk menghasilkan data yang sama dengan mengukur ulang dalam kondisi yang sama (Sugiyono, 2017). Uji reliabilitas berfungsi untuk memastikan bahwa butir soal yang digunakan sebagai instrumen evaluasi dapat memberikan hasil yang

konsisten, stabil, dan dapat dipercaya. Reabilitas diukur dengan rumus KR20 (Kuder-Richardson) dengan rumus sebagai berikut.

$$r_i = \frac{k}{(k-1)} \left\{ 1 - \frac{M(K-M)}{K \cdot s_t^2} \right\}$$

Rumus 3. 2. Rumus Reliabilitas KR20

Keterangan:

r_i = Reabilitas instrumen secara keseluruhan

K = jumlah item dalam instrumen

M = Rata-rata skor soal

St^2 = Variansi soal

Dengan ketentuan untuk mengetahui kondisi reliabel atau tidaknya instrumen soal, dapat dilihat dari kondisi nilai reliabilitasnya. Berikut adalah kriteria dan koefisien reliabilitasnya:

Tabel 3. 5: Kriteria Koefisien Reliabilitas

Nilai r_i (Reliabilitas)	Kriteria
$0,80 < r_i \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_i \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_i \leq 0,60$	Cukup
$0,20 < r_i \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r_i \leq 0,20$	Sangat Rendah

3) Uji Kesukaran Soal

Dalam pembuatan sebuah instrumen soal, setiap butir soal haruslah memiliki tingkat kesukaran tertentu. Melalui pengujian indeks kesukaran dapat diketahui tiga tingkatan sebuah soal yaitu mudah, sedang, dan sukar. Tingkat kesukaran soal diukur dari proporsi siswa yang menjawab benar terhadap suatu soal, semakin banyak siswa yang menjawab benar maka soal tersebut dianggap semakin mudah, dan sebaliknya (Arikunto, 2013). Selain itu, uji kesukaran soal berguna untuk menyeimbangkan distribusi soal agar tidak terlalu mudah atau terlalu sulit, sehingga hasil tes mencerminkan kemampuan siswa secara adil (Sugiyono, 2017). Berikut adalah rumus uji kesukaran soal:

$$P = \frac{B}{J_x}$$

Rumus 3. 3: Uji Kesukaran Soal

Keterangan:

P = Indeks kesukaran butir soal

B = Banyaknya siswa yang menjawab soal dengan benar

J_x = Jumlah total seluruh peserta tes

Dengan ketentuan untuk mengetahui kondisi tingkat kesukaran dapat dilihat dari kondisi indeks kesukarannya. Berikut adalah kriteria dan indeks kesukaran:

Tabel 3. 6: Kriteria Uji Indeks Kesukaran

Indeks Kesukaran	Kriteria
$0,00 < P \leq 0,30$	Sukar
$0,30 < P \leq 0,70$	Sedang
$0,70 < P \leq 1,00$	Mudah

4) Uji Daya Pembeda

Pengujian daya pembeda digunakan untuk mengukur mampu tidaknya soal untuk membedakan antara siswa yang berkemampuan tinggi dengan siswa yang berkemampuan rendah. Jadi soal yang baik adalah soal yang baik adalah soal yang dapat mengelompokkan siswa pandai dan kurang pandai berdasarkan jawabannya, selain itu dapat menyaring atau menyeleksi kemampuan siswa berdasarkan skor mereka secara keseluruhan. Siswa yang lebih pandai biasanya disebut dengan kelompok atas, sedangkan siswa yang kurang pandai disebut kelompok bawah.

$$D = \frac{B_a}{J_a} - \frac{B_b}{J_b}$$

Rumus 3. 4: Daya Pembeda

Keterangan:

D = Daya pembeda soal

B_a = Banyaknya kelompok atas menjawab soal dengan benar

B_b = Banyaknya kelompok bawah menjawab soal dengan benar

J_a = Jumlah siswa yang termasuk kelompok atas

J_b = Jumlah siswa yang termasuk kelompok bawah

Dengan ketentuan untuk mengetahui daya pembeda dapat dilihat dari kondisi indeks daya pembedanya. Berikut adalah kriteria dan indeks daya pembeda:

Tabel 3. 7: Kriteria Daya Pembeda

Daya Pembeda	Kriteria
$0,70 \leq D \leq 1,00$	Baik Sekali
$0,40 \leq D < 0,70$	Baik
$0,20 \leq D < 0,40$	Cukup

$0,00 \leq D < 0,20$	Buruk
$D < 0,00$	Sangat Buruk

3.6.3. Analisis Data Validasi Ahli Media dan Materi

Analisis data validasi ahli adalah proses menilai kelayakan atau kualitas media pembelajaran berdasarkan pendapat para ahli di bidangnya. Validasi ini biasanya menggunakan lembar penilaian tertentu, seperti isi, bahasa, tampilan, dan kegunaan. Data hasil validasi ahli dianalisis secara deskriptif kuantitatif (misalnya dengan menghitung rata-rata atau presentase skor), untuk menentukan apakah produk tersebut layak, perlu revisi, atau tidak layak digunakan (Sugiyono, 2017). Data yang dianalisis adalah uji validasi media dan materi yang dinilai oleh ahli, kemudian dianalisis menggunakan *rating scale*. Rumus *rating scale* sebagai berikut:

$$P = \frac{\text{skor hasil pengumpulan data}}{\text{skor ideal}} \times 100\%$$

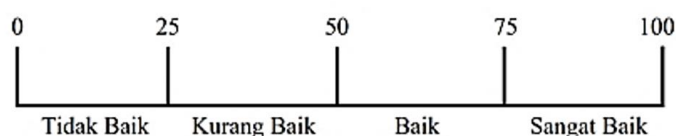
Rumus 3. 5: Angka Presentase Validasi Ahli

Keterangan:

P = Angka presentase

$Skor\ ideal$ = Skor tertinggi x jumlah responden x jumlah butir soal

Setelah memperoleh data persentase dari validasi materi dan media pembelajaran selanjutnya adalah penggolongan tingkat validasi media ke dalam empat kategori sebagai berikut.



Gambar 3. 3: *Rating Scale* Hasil Validasi Ahli

Dari penggolongan tingkat validasi berdasarkan *rating scale* di atas dapat diinterpretasikan sebagai tabel berikut:

Tabel 3. 8: Interpretasi *Rating Scale*

Skor Presentase (%)	Kriteria
0-24.99	Tidak Baik
25-49.99	Kurang Baik
50-74.99	Baik
76-100	Sangat Baik

3.6.4. Analisis Data Peningkatan *Computational Thinking* Siswa

Uji analisis data peningkatan *computational thinking* ini bertujuan untuk melihat seberapa besar pengaruh media dan model pembelajaran terhadap kemampuan *computational thinking* siswa sebelum dan sesudah perlakuan (*treatment*). Tahapan ini menjelaskan beberapa analisis seperti uji normalitas, uji *Wilcoxon Signed Rank Test* untuk mengetahui perbedaan signifikan antara skor *pretest* dan *posttest*, dan analisis perhitungan *N-Gain* untuk melihat efektivitas peningkatan secara kuantitatif.

1) Uji Normalitas

Uji ini dilakukan terhadap nilai *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui apakah data yang diperoleh terdistribusi normal atau tidak. Salah satu metode yang sering digunakan adalah uji Shapiro-Wilk, yang dinilai efektif terutama untuk sampel kecil yakni jumlah sampel kurang dari 50 responden ($n < 50$). Uji ini bekerja dengan membandingkan distribusi data aktual dengan distribusi normal, dimana nilai signifikansi (p) > 0.05 maka data dikatakan berdistribusi normal dan sebaliknya jika $p < 0.05$ maka data tidak terdistribusi normal. Dengan demikian, uji normalitas menjadi langkah awal yang penting untuk menentukan kelanjutan analisis data, apakah akan menggunakan uji parametrik atau non-parametrik. Dalam penelitian ini uji normalitas menggunakan uji Shapiro Wilk dan dengan alat bantu berupa aplikasi SPSS. Adapun rumus uji normalitas Shapiro-Wilk sebagai berikut:

$$T_3 = \frac{1}{D} \left[\sum_{i=1}^k a_i (X_{n-i+1} - X_i) \right]^2$$

Rumus 3. 6: Uji Shapiro-Wilk

Adapun interpretasi dari hasil uji normalitas Shapiro-Wilk ini yaitu dengan menilai hasil hitung dan tingkat signifikansinya. Berikut signifikansi normalitas dengan rinci pada tabel berikut:

Tabel 3. 9: Signifikansi Normalitas

Ketentuan		Keputusan	
H ₀	Nilai sig. > 5%	H ₁ ditolak	Data terdistribusi normal
H ₁	Nilai sig. < 5%	H ₀ ditolak	Data tidak terdistribusi normal

2) Uji Wilcoxon Signed-Ranks

Uji Wilcoxon Signed-Rank merupakan metode statistik non-parametrik yang umum digunakan untuk membandingkan dua data berpasangan seperti pada pretest dan posttest dalam desain penelitian *one group pretest-posttest*, terutama saat data tidak memenuhi normalitas yang diperlukan oleh uji *paired t test*. Uji Wilcoxon berguna karena tidak bergantung pada distribusi normal dan mampu mempertimbangkan besarnya perbedaan melalui peringkat (*rank-based*), sehingga sangat sesuai untuk digunakan dalam mengevaluasi penelitian pendidikan. Woolson (2005) menambahkan bahwa *Wilcoxon Signed-Rank Test* efektif dalam menganalisis data berpasangan jika distribusi datanya tidak normal sertam memberikan kerangka yang kuat untuk statistik dan uji hipotesis meski dalam sampel kecil sekalipun.

$$Z = \frac{W - \frac{n(n+1)}{4}}{\sqrt{\frac{n(n+1)(2n+1)}{24}}}$$

Rumus 3. 7: Wilcoxon Signed-Rank Test

Keterangan:

Z = Nilai statistik z (untuk menguji signifikansi)

W = jumlah total peringkat positif terkecil dari selisih berpasangan

n = Jumlah sampel valid (yang tidak memiliki selisih nol)

Dengan hipotesis yang diuji:

H₀ = Tidak ada perbedaan dalam peningkatan *computational thinking* sebelum dan sesudah diberikan perlakuan (*treatment*).

H₁ = Ada perbedaan dalam peningkatan *computational thinking* sebelum dan sesudah diberikan perlakuan (*treatment*)

Pengambilan keputusan dalam uji Wilcoxon Signed-Rank dilakukan berdasarkan uji signifikansi (Sig.) dengan ketentuan jika nilai Sig. > 0.05 maka tidak ada perbedaan peningkatan *computational thinking* siswa, sedangkan jika nilai Sig. < 0.05 artinya terdapat perbedaan peningkatan *computational thinking* siswa.

3) Uji *Normalized Gain* (N-Gain)

Uji *Normalized Gain* (N-Gain) digunakan untuk mengetahui tingkat peningkatan kemampuan siswa setelah diberikan perlakuan (*treatment*). Menurut Hake (1999) *N-Gain* adalah rasio peningkatan skor hasil belajar yang memberikan informasi seberapa besar peningkatan yang terjadi dari kemampuan awal menuju hasil akhir selama perlakuan (*treatment*). Arikunto (2013) juga menyebutkan bahwa uji *gain* digunakan untuk mengetahui efektivitas pembelajaran dengan melihat selisih hasil *pretest* dan *posttest* secara proporsional. Sementara dalam pendekatan statistik nonparametrik yang dijelaskan oleh Sheskin (2020), *N-Gain* sering digunakan sebagai penengkap uji signifikansi seperti uji *Wilcoxon* untuk

melihat dan menilai besar efek (*effect size*) dari perlakuan (*treatment*). Dengan demikian, *N-Gain* dapat digunakan sebagai indikator kuantitatif pada efektivitas perlakuan (*treatment*) dalam meningkatkan kemampuan peserta didik dalam hal ini adalah kemampuan *computational thinking* secara terukur. Adapun rumus *gain* dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$g = \frac{\text{posttest} - \text{pretest}}{100 - \text{pretest}}$$

Rumus 3. 8: Hitung *N-Gain*

Adapun kriteria hasil perhitungan *N-Gain* yang diklasifikasikan ke dalam beberapa kriteria dengan rentang nilai sebagai berikut:

Tabel 3. 10: Klasifikasi kriteria *N-Gain*

Nilai g	Kriteria
$g < 0.3$	Rendah
$0.3 \leq g \leq 0.7$	Sedang
$g > 0.7$	Tinggi

3.6.5. Analisis Data Tanggapan Siswa Terhadap Media

Analisis data instrumen tanggapan siswa terhadap media yang dikembangkan dilakukan menggunakan skala *Likert*, tujuannya untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi individu atau kelompok terhadap fenomena (Sugiyono, 2017) dalam konteks ini adalah multimedia pembelajaran interaktif. Dalam analisis ini, instrumen memberikan pilihan jawaban kuantitatif yang dinamakan *Rating Scale*, di mana responden memilih salah satu opsi yang telah disediakan. Meskipun data awal berupa skala kualitatif, data tersebut kemudian dikonversi menjadi data kuantitatif menggunakan skala nilai mulai dari 1 hingga 5, agar dapat dianalisis secara statistik dengan lebih efektif. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengetahui sejauh mana tanggapan atau respon peserta didik terhadap multimedia pembelajaran interaktif yang telah dikembangkan dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran. Selain itu, instrumen yang digunakan adalah teknik *Technology Acceptance Model* (TAM), mengingat multimedia pembelajaran interaktif tersebut berbasis komputer dan teknologi,

Miftah Rizky Alamsyah, 2025

RANCANG BANGUN MULTIMEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF DENGAN MENERAPKAN MODEL SEMI-STRUCTURED PROBLEM POSING PADA MATERI ROUTING STATIS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN COMPUTATIONAL THINKING SISWA SMK

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

sehingga penilaian terhadap penerimaan serta penggunaan teknologi oleh siswa dapat dilakukan secara tepat dan terukur. Tingkatan ini biasanya dilabeli dengan deskripsi verbal seperti Sangat Setuju (SS), Setuju (S), Ragu-ragu (RG), Tidak Setuju (TS), dan Sangat Tidak Setuju (STS) seperti yang digambarkan pada tabel berikut:

Tabel 3. 11: Konversi Tanggapan ke *Rating Scale*

Jawaban	Kriteria
Sangat Tidak Setuju (STS)	1
Tidak Setuju (TS)	2
Ragu-ragu (RG)	3
Setuju (S)	4
Sangat Setuju (SS)	5

Selanjutnya setelah tanggapan dikonversi ke dalam angka maka langkah selanjutnya adalah menghitung presentase kategori data berdasarkan rumus berikut:

$$P = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor ideal}} \times 100\%$$

Rumus 3. 9: Presentase Analisis Hasil Tanggapan Siswa

Keterangan:

P = Angka presentase

skor yang diperoleh = skor yang diperoleh dari penjumlahan skor yang diberikan oleh semua peserta untuk bagian dari pertanyaan tersebut

skor ideal = skor maksimum (skor tertinggi x jumlah responden x jumlah butir)

Adapun angka presentase yang dihasilkan perhitungan tersebut diklasifikasikan kedalam kriteria-kriteria berikut:

Tabel 3. 12: Kriteria Hasil Analisis Tanggapan Siswa Terhadap Media

Angka Presentase (%)	Kriteria
----------------------	----------

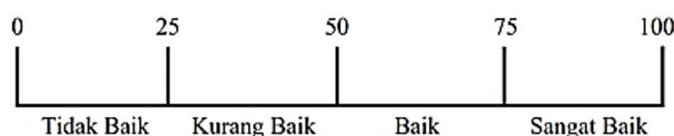
Miftah Rizky Alamsyah, 2025

RANCANG BANGUN MULTIMEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF DENGAN MENERAPKAN MODEL SEMI-STRUCTURED PROBLEM POSING PADA MATERI ROUTING STATIS UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN COMPUTATIONAL THINKING SISWA SMK

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

0-24.99	Tidak Baik
25-49.99	Kurang Baik
50-74.99	Baik
75-100	Sangat Baik

Langkah berikutnya adalah mengevaluasi hasil dari perhitungan angka presentase menjadi interval dalam empat kategori pada gambar dibawah ini:



Gambar 3. 4: Interval Tanggapan Siswa Terhadap Media

Adapun analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode analisis statistik *Partial Least Squares - Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*. Metode ini digunakan untuk memodelkan hubungan kompleks antar variabel atau konstruk, selain itu perangkat lunak SMARTPLS 4 digunakan dalam melakukan perhitungan kompleks.

Dalam tahap analisis data ini dilakukan dalam dua langkah utama, yakni evaluasi model pengukuran (*outer model*) dan evaluasi model struktural (*inner model*). Pada *outer model*, analisis fokus pada validitas dan reliabilitas konstruk dengan menunjukkan nilai *loading factor*, *composite reliability*, dan *average variance extracted (AVE)*. Sementara pada *inner model*, analisis difokuskan pada menguji hubungan antar konstruk menggunakan *path coefficient*, *Variance Inflation Factor (VIF)*, dan nilai R^2 (koefisien determinan). Selain itu, dilakukan juga uji *bootstrapping* untuk memperoleh nilai *t-statistics* dan *p-value*, yang menunjukkan apakah ada hubungan antar variabel atau konstruk secara signifikan (Hair dkk., 2021). Dengan menggunakan pendekatan ini, peneliti dapat mengidentifikasi pengaruh masing-masing variabel atau konstruk dalam angket TAM secara mendalam terhadap penerimaan media pembelajaran.

1) Evaluasi Model Pengukuran (*outer model*)

Evaluasi *outer model* digunakan untuk menilai validitas dan reliabilitas konstruk laten. Analisis ini melibatkan beberapa pengujian, seperti:

a) *Loading Factor (Outer Loading)*

Pada pengujian ini dimaksudkan untuk menunjukkan seberapa kuat indikator atau pertanyaan merefleksikan konstruk laten yang diukurnya. Nilai *loading factor* yang baik adalah lebih besar atau sama dengan 0.708, karena nilai ini menunjukkan lebih dari 50% varians dari indikator atau pertanyaan, namun nilai dibawah 0.708 masih dapat dipertimbangkan apabila tidak mengganggu validitas konvergen dan *composite reliability* (CR) tetapi tentunya harus dianalisis secara hati-hati (Hair dkk., 2014).

b) *Composite Reliability (CR)*

Pengujian ini digunakan untuk mengukur reliabilitas internal dari konstruk, yaitu dengan menunjukkan konsistensi indikator dalam mengukur konstruk yang sama. Nilai *composite reliability* (CR) yang disarankan antara 0.70 hingga 0.90 sebagai indikasi reliabilitas yang baik. Nilai di atas 0.90 perlu diperhatikan karena bisa menandakan adanya redudansi.

2) Evaluasi Model Struktural (*inner model*)

Inner model digunakan untuk menganalisis hubungan antar konstruk laten, terdapat empat komponen utama *inner model* yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sebagai berikut:

a) Uji Signifikansi Hubungan Antar Konstruk (*Path Coefficients*)

Dalam pengujian signifikansi hubungan antar konstruk dilakukan beberapa nilai lain seperti *t-statistic*, dan *p-value*. Interpretasi *path coefficient* penting untuk menilai apakah hubungan yang dirumuskan dalam hipotesis benar-benar didukung oleh data empiris (Hair dkk., 2021).

Namun, nilai *path coefficient* belum cukup untuk menentukan apakah hubungan tersebut signifikan. Oleh karena itu, digunakan teknik *bootstrapping* untuk menguji signifikansinya. *Bootstrapping* dalam PLS-SEM sangat penting

karena pendekatan ini tidak mengasumsikan distribusi normal data dan dengan *bootstrapping* dapat menghasilkan nilai *t-statistic* serta *p-value* yang digunakan untuk menguji signifikansi masing-masing jalur dalam model.

Adapun hubungan antar konstruk dianggap signifikan jika nilai *t-statistic* ≥ 1.96 untuk tingkat signifikansi 5% (*two tailed*), sedangkan *p-value* dianggap signifikan jika nilainya < 0.05 . *Bootstrapping* adalah salah satu keunggulan utama dari pendekatan PLS-SEM karena fleksibel terhadap ukuran sampel kecil dan data yang tidak berdistribusi normal, sehingga sangat cocok untuk penelitian eksploratif dan prediktif (Henseler dkk., 2009).

b) Uji Kolinearitas Konstruk Prediktor (*Variance Inflation Factor*)

Uji kolinearitas dilakukan dengan menggunakan *variance inflation factor* (VIF). Pengujian ini digunakan untuk mendeteksi adanya multikolinearitas antar konstruk dalam model struktural dengan kondisi ideal jika nilai VIFnya berada di bawah 5 dengan nilai di bawah 3.3 dianggap sangat baik, sebaliknya jika nilainya lebih atau sama dengan 5 menunjukkan adanya kolinearitas tinggi yang dapat memengaruhi estimasi model secara negatif (Hair dkk., 2021). Selain itu, dengan nilai VIF yang tinggi menunjukkan adanya redudansi informasi antar variabel prediktor yang dapat memengaruhi keakuratan estimasi (Henseler dkk., 2009).