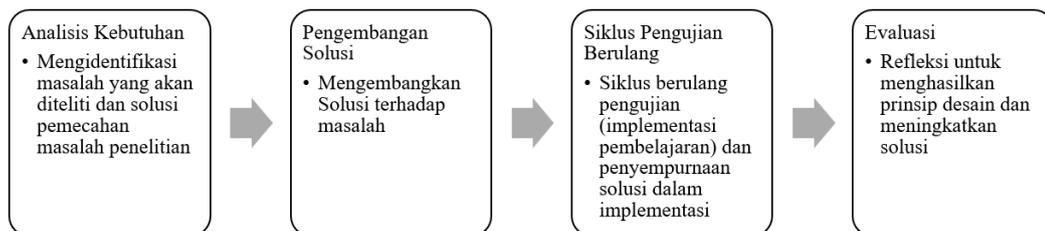


## BAB III

### METODE PENELITIAN

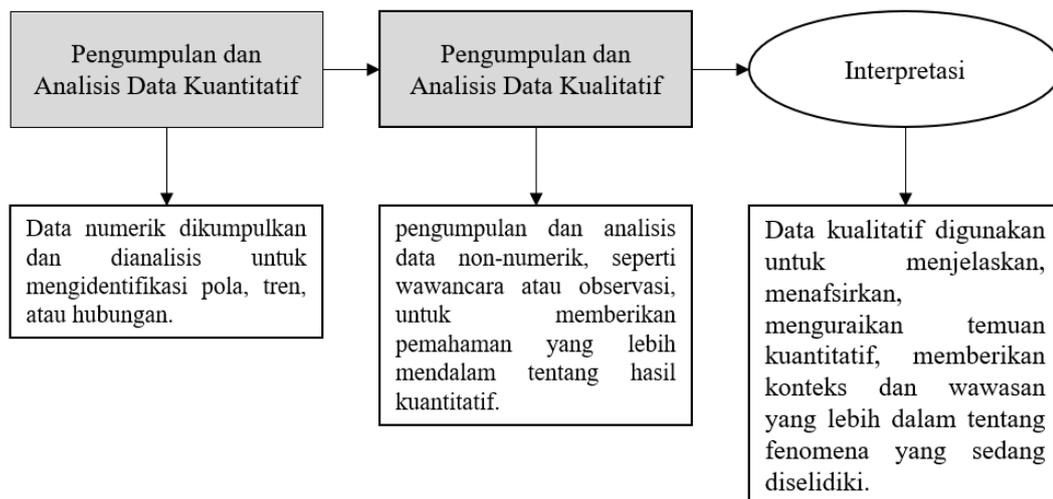
#### 3.1 Metode Pengembangan

Penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*developmental research*) dengan pendekatan *Design-Based Research* (DBR). DBR adalah pendekatan metodologi yang menjembatani kesenjangan antara teori dan praktik dalam lingkungan pendidikan melalui desain dan pengujian intervensi yang berulang dalam konteks dunia nyata (Ghos & Kumar, 2025). DBR yang digunakan mengacu pada empat tahapan dari (Reeves, 2006), yaitu: (1) analisis masalah praktis, (2) pengembangan solusi, (3) siklus pengujian dan penyempurnaan berulang, dan (4) refleksi untuk menghasilkan prinsip desain. DBR saat ini adalah sebagai kerangka kerja baru yang dapat memandu penelitian pendidikan yang lebih baik (Reeves, 2006); (Brown, 1992); (Cobb et al., 2003) (Collins et al., 2004), (Barab & Squire, 2004) (Baumgartner et al., 2003)). Berikut tahapan penelitian berdasarkan pendekatan DBR pada gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Tahapan *Design-Based Research* (Reeves, 2008)

Pada tahap siklus dan pengujian menggunakan metode campuran (*mix-method*) yang menggabungkan metode kuantitatif dan kualitatif. Desain penelitian menggunakan pendekatan *explanatory sequential design* yang diadaptasi dari (Creswell & Plano Clark, 2022). Langkah langkah diperlihatkan pada gambar 3.2.

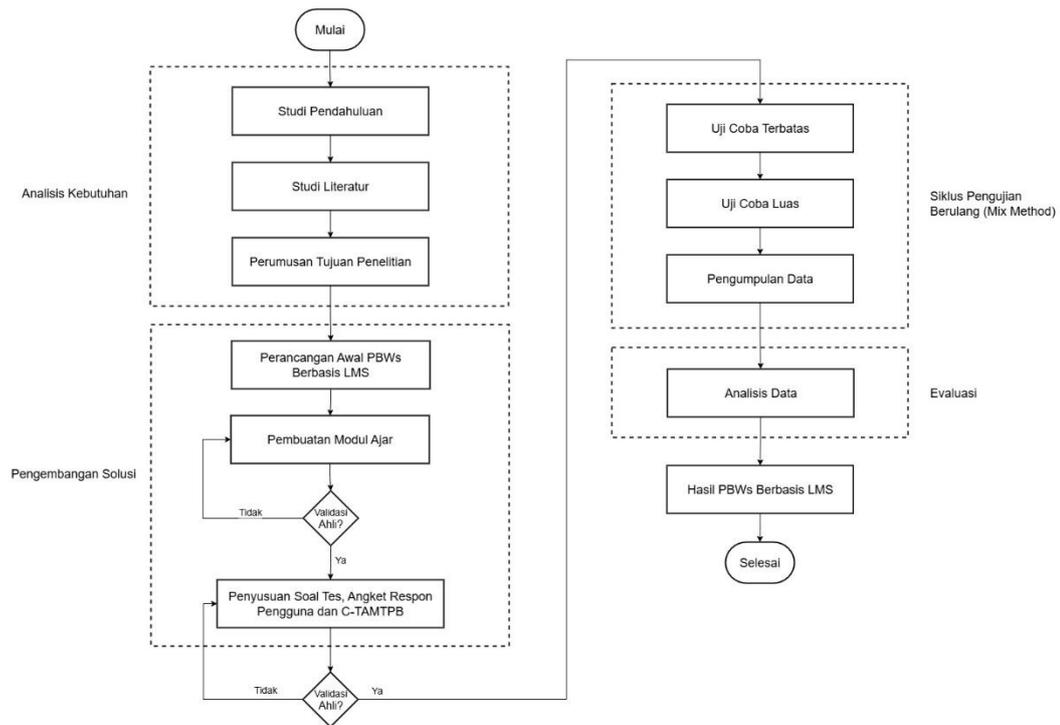


Gambar 3. 2 Tahapan pendekatan *explanatory sequential design*

Pendekatan ini digunakan ketika peneliti ingin mengintegrasikan data numerik dan data naratif guna saling melengkapi dan mengkonfirmasi hasil. Dalam konteks penelitian pendidikan, *mixed methods* sangat relevan ketika mengevaluasi implementasi produk pembelajaran, karena mampu mengukur efektivitas melalui data kuantitatif (skor tes *pre-test-posttest*) sekaligus mengeksplorasi pengalaman, persepsi, dan proses pembelajaran melalui wawancara, observasi, atau refleksi siswa.

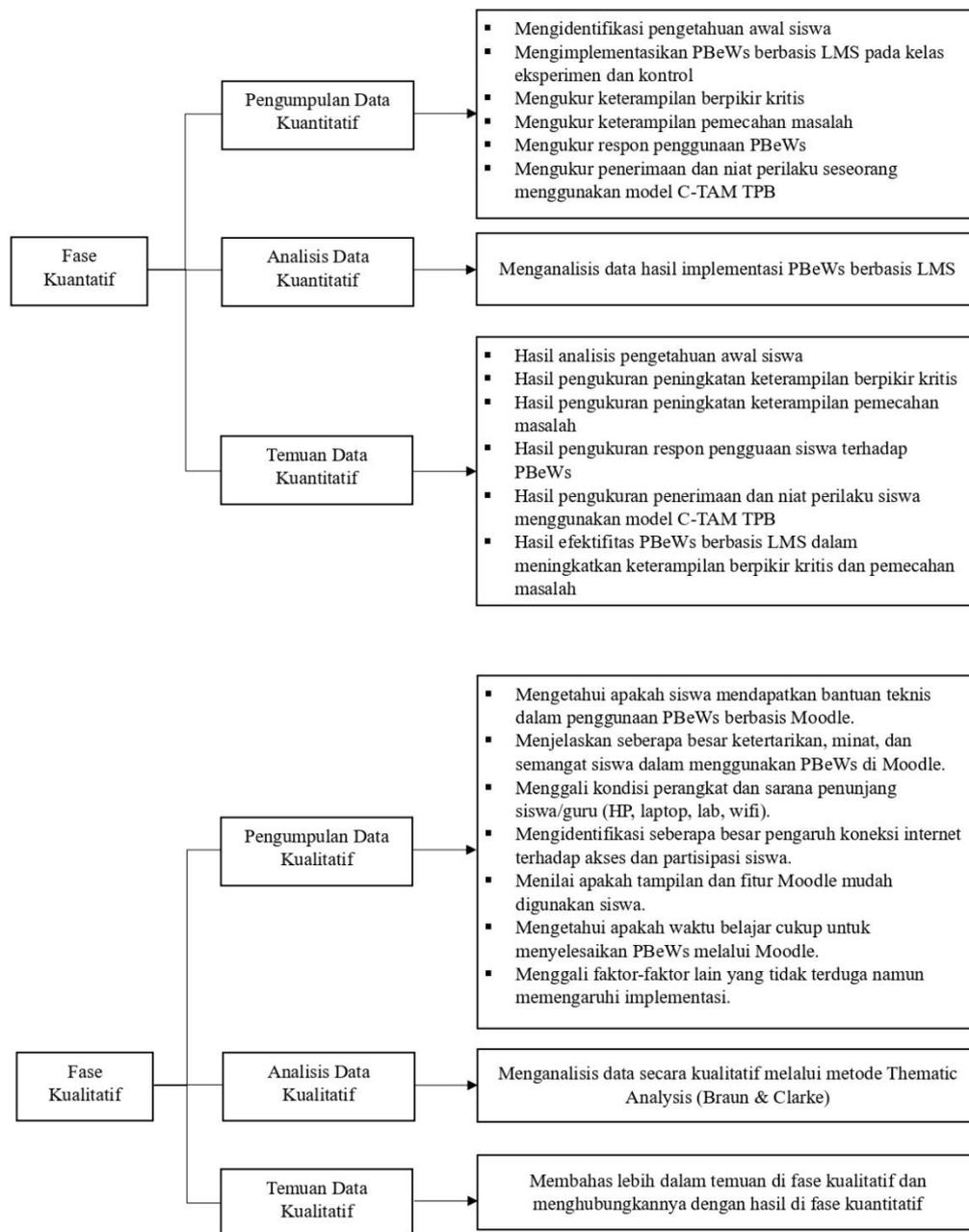
### 3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dalam penelitian ini dilakukan secara bertahap mengikuti siklus pendekatan DBR dan disesuaikan dengan tahapan *explanatory sequential (mix-method)*, adapun prosedur penelitian dibuat dalam diagram alir penelitian untuk memudahkan penjelasan dari setiap langkahnya. Berikut dapat dilihat diagram alir penelitian berdasarkan metode pengembangan DBR yang diilustrasikan pada gambar 3.3.



Gambar 3. 3 Prosedur Penelitian (siklus DBR)

Gambar 3.4 menjelaskan tahapan penelitian PBeWs berbasis LMS menggunakan *mixed method* dengan pendekatan *explanatory sequential design*.



Gambar 3. 4 Prosedur penelitian (siklus *explanatory sequential design*)

Matriks pengumpulan data yang diilustrasikan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Matriks Penelitian

Nomor Pertanyaan Penelitian	Pertanyaan Penelitian	Data yang di perlukan	Instrumen Pengumpulan Data	Teknik Analisis Data
1	Karakteristik PBeWs berbasis LMS	Hasil Studi Pendahuluan Hasil studi literatur Hasil analisis kebutuhan	Wawancara, <i>Attitude Scale</i> , Tes	Analisis Deskriptif Kualitatif
2	Kelayakan PBeWs berbasis LMS, Soal Tes KBK dan KPM, dan Angket	Hasil Uji Validasi dan Uji Reliabilitas	Lembar Validasi ahli	<i>Aiken's V</i> , CVI, mis fit item siswa dan Conbrach's Alpha
3	Peningkatan keterampilan berpikir kritis (KBK)	Hasil Nilai KBK	Tes formatif KBK dilaksanakan secara <i>mobile-based assessment</i>	Uji <i>t-test/ non parametric &amp; analisis n-gain</i>
4	Peningkatan keterampilan pemecahan masalah (KPM)	Hasil Nilai KPM	Tes formatif KPM dilaksanakan secara <i>mobile-based assessment</i>	Uji <i>t-test/ non parametric &amp; analisis n-gain</i>
5	Efektifitas KBK dan KPM	Hasil Nilai KBK dan KPM	Tes formatif KBK dan KPM dilaksanakan secara <i>mobile-based assessment</i>	Uji <i>effect size</i>
6	Sikap siswa pada penerimaan dan niat perilaku	Hasil Angket <i>Attitude Scale</i>	Respon C-TAM TPB	Analisis Deskriptif Kuantitatif
7	Sikap siswa terhadap PBeWs	Hasil Angket <i>Attitude Scale</i>	Respon terhadap PBeWs dan KBK dan KPM	Analisis Deskriptif Kuantitatif
8	Respon siswa terhadap proses implementasi	Hasil analisis	Instrumen Wawancara	<i>Theoretical Analysis</i>

### 3.3 Teknik Sampling dan Partisipan

Penelitian ini melibatkan dua SMK, negeri dan swasta di Kota Cimahi. Teknik sampling yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Purposive sampling*. Teknik ini dipilih karena kedua sekolah tersebut memiliki program keahlian teknik mekatronika yang aktif dan terakreditasi baik, sekolah berbasis *Teaching Factory* (TEFA) yang telah menerapkan pendekatan pembelajaran berbasis industri.

Selain itu, pemilihan kelas XI semester 2 didasarkan pada pertimbangan bahwa siswa pada jenjang ini sudah memiliki bekal pengetahuan dasar dari kelas XI semester 1 dan sedang memasuki tahap penguatan kompetensi keahlian inti, sehingga mereka berada pada fase yang tepat untuk diamati baik dari aspek kognitif maupun keterampilan praktiknya. Pemilihan kelas eksperimen dan kontrol dilakukan berdasarkan *purposive sampling* (Maknun et al., 2022) (Aristika & Juandi, 2021). Pertimbangan urutan jadwal pembelajaran di sekolah, di mana kelas yang terlebih dahulu memulai materi ajar dijadikan sebagai kelas eksperimen, sedangkan kelas yang memulai pembelajaran setelahnya dijadikan sebagai kelas kontrol. Kelas eksperimen menggunakan PBeWs berbasis LMS, sedangkan kelas kontrol menggunakan worksheet konvensional. Penetapan urutan ini memiliki tujuan yaitu menjaga validitas internal, dengan mencegah potensi "kontaminasi perlakuan" dari kelas eksperimen ke kelas kontrol. Jika kelas kontrol belajar terlebih dahulu, ada kemungkinan siswa eksperimen mendapat bocoran materi atau metode dari temannya di kelas kontrol dan memudahkan pengendalian variabel bebas karena kelas eksperimen menjadi kelompok pertama yang menerima perlakuan tanpa terpengaruh oleh proses pembelajaran di kelas lain.

Maka dari itu, kelas A ditentukan sebagai kelas eksperimen dan kelas B sebagai kelas kontrol pada masing masing sekolah negeri dan swasta. Partisipan penelitian berjumlah 80 siswa dari 2 sekolah negeri dan swasta. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025.

### 3.4 Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dibagi menjadi dua kategori, yaitu untuk pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui beberapa instrumen berbentuk survei dan tes, meliputi: (1) kuesioner analisis kebutuhan guru dan siswa (lihat tabel 3.2; 3.3; 3.4), (2) tes kemampuan awal (lihat tabel 3.5 dan 3.6), (3) soal *pre-test* dan *post-test* (lihat tabel 3.7), (4) angket C-TAM TPB (lihat tabel 3.8), dan (5) angket respon pengguna (lihat tabel 3.9). Sementara itu, data kualitatif dikumpulkan menggunakan instrumen wawancara akhir siswa (lihat tabel 3.10) dengan format *open-ended interview* yang berpedoman pada *protocol interview*. Protokol wawancara ini disusun berdasarkan tujuan penelitian, yang kemudian divalidasi oleh pakar bidang pendidikan. Pertanyaan dalam wawancara difokuskan pada identifikasi faktor pendukung dan faktor penghambat selama proses pembelajaran menggunakan PBeWs berbasis LMS.

Penelitian ini juga melibatkan perbandingan antara sekolah negeri dan sekolah swasta untuk melihat perbedaan hasil penerapan model pembelajaran pada kedua konteks tersebut. Keterlibatan kedua jenis sekolah ini memiliki justifikasi penting, yaitu untuk memperoleh gambaran yang lebih representatif terhadap keberagaman kondisi pendidikan vokasional di Indonesia dan untuk mengidentifikasi perbedaan dan kesamaan dalam efektivitas pembelajaran pada lingkungan dengan sumber daya, manajemen, dan budaya sekolah yang berbeda.

Tabel 3. 2 Kisi-kisi instrumen analisis kebutuhan untuk guru

Indikator Pernyataan	No Instrumen
Penerapan media pembelajaran terhadap pembelajaran	1,2,3,4,5,6,7,8
Penerapan model pembelajaran pada pembelajaran	9,10,11,12,13
Proses pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan abad 21	14,15,16

Tabel 3. 3 Kisi-kisi instrumen analisis kebutuhan untuk siswa

Indikator Pertanyaan	No Instrumen
Materi yang sudah dipelajari	1
Penerapan Metode Pembelajaran	2

Indikator Pertanyaan	No Instrumen
Penerapan Media ICT	3,6,7,8,9
Penerapan Keterampilan Abad 21	4,5

Tabel 3. 4 Kisi-kisi instrumen wawancara analisis kebutuhan untuk guru

Indikator Pertanyaan	No Instrumen
Penerapan materi yang di pelajari	1,2
Penerapan Media ICT	3, 4, 5, 7
Penerapan Keterampilan Abad 21	6,
Penerapan uji coba produk	7

Tabel 3. 5 Kisi-Kisi Soal Tes Kemampuan Awal

Indikator Soal	No Soal
Menjelaskan pengertian dari sistem pneumatik	1,2,4
Menyebutkan nama-nama komponen sistem pneumatik	3
Menyebutkan nama-nama simbol sistem pneumatik	6
Menjelaskan fungsi komponen-komponen sistem pneumatik	5
Menjelaskan cara kerja masing- masing simbol sistem pneumatik	7,8,9
Menerapkan simbol pada rangkaian pneumatik	10,11,12,13,14

Tabel 3. 6 Kisi Kisi Angket Refleksi Siswa

Indikator Pertanyaan	No Soal
Tingkat kesukaran Materi	1,2,6,7
Evaluasi Modul Ajar	3,5
Kesesuaian Materi dengan dunia kerja	4

Tabel 3. 7 Kisi Kisi Soal *Pre-test* dan *Post-test*

IPK HOTS	Bentuk Soal	Jumlah Soal	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Pemecahan Masalah
Menganalisis logika kerja pada rangkaian sistem pneumatik berdasarkan kondisi input-output	Uraian	1 Soal	Interpretasi, Analisis	Memahami masalah
	Uraian	2 Soal	Inferensi	Merencanakan solusi
	Uraian	1 Soal	Analisis	Melaksanakan rencana
Membuat rangkaian kerja pneumatik	Uraian	1 Soal	Inferensi	Melaksanakan Rencana
Mengevaluasi kelayakan rancangan sistem pneumatik;	Uraian	1 Soal	Evaluasi, Penjelasan	Merefleksi dan Revisi
	Uraian	1 Soal	Penjelasan, Regulasi Diri	Merencanakan solusi

Tabel 3. 8 Kisi Kisi Angket C-TAM TPB

Konstruk C-TAM TPB	No Pernyataan
<i>Perceived Usefulness</i> (PU)	1,2,3,4
<i>Perceived Ease of Use</i> (PEOU)	5,6,7
<i>Attitude Toward Use</i> (ATU)	8,9,10
<i>Perceived Behavioral Control</i> (PBC)	11,12,13
<i>Subjective Norm</i> (SN)	14,15,16
<i>Behavioral Intention</i> (BI)	17,18,19

Tabel 3. 9 Kisi Kisi Angket Respon Implementasi PBeWs berbasis LMS

Indikator	Nomor Pernyataan
Pengalaman Umum Siswa	1,2,3
Faktor Pendukung	4,5,6,7,8
Faktor Penghambat	9,10,11,12
Refleksi dan Rekomendasi	13,14

Tabel 3. 10 Kisi Kisi Instrumen Wawancara Akhir Siswa

Tema	Kategori	Faktor
Akses internet	Jaringan stabil	Pendukung
Akses perangkat	Ada laptop dan HP	Pendukung
Dukungan guru	Guru aktif memberi feedback	Pendukung
Penguasaan LMS	Guru/siswa bingung pakai Moodle	Penghambat
Minat siswa	Kurang antusias belajar mandiri	Penghambat
Waktu terbatas	Jadwal pelajaran padat	Penghambat

### 3.5 Uji Validitas

Analisis data dalam penelitian ini dijelaskan berdasarkan jenis analisis data yang digunakan. adapun berikut beberapa analisis data

#### Validasi Isi

Validasi isi (*content validity*) adalah proses memastikan bahwa instrumen tes mengukur domain konten yang seharusnya diukur. Ada beberapa metode untuk melakukan validasi isi, salah satunya adalah dengan meminta ahli atau validator untuk meninjau instrumen tes tersebut. Validator tersebut adalah 3 dosen ahli. Berikut tabel 3.11 memvisualisasikan perbandingan Aiken's V dan CVR.

Tabel 3. 11 Perbandingan Aiken's V dan CVR

Aspek	Aiken's V	CVR (Content Validity Ratio)
Skala Penilaian	Skala ordinal atau numerik (misal 1–5)	Biner: Esensial / Tidak esensial
Jumlah Ahli Minimum	Bisa sedikit ( $\geq 3$ –5 ahli)	Lebih sensitif terhadap jumlah ahli; tabel kritis bergantung pada jumlah ahli

Aspek	Aiken's V	CVR (Content Validity Ratio)
Hasil / Interpretasi	Nilai kontinu 0-1, menunjukkan tingkat relevansi	Nilai -1 hingga +1, menunjukkan proporsi ahli yang menganggap item esensial
Fleksibilitas Penilaian	Tinggi; menangkap nuansa relevansi item	Rendah; hanya menentukan item esensial atau tidak
Cocok untuk Instrumen	Instrumen berbasis skala Likert, kuesioner, dan item pembelajaran	Instrumen sederhana, checklist, atau item dengan sifat wajib/opsional
Kelebihan Utama	Kuantitatif, fleksibel, dapat membandingkan antar item	Sederhana, mudah dipahami, cocok untuk validasi cepat
Keterbatasan	Perlu analisis tambahan untuk signifikansi	Kurang sensitif terhadap nuansa relevansi item, tidak cocok untuk skala bertingkat

Aiken's V dipilih ketika penelitian membutuhkan penilaian validitas yang lebih detail, kuantitatif, dan fleksibel, terutama untuk instrumen berbasis skala Likert atau pembelajaran, sedangkan CVR lebih cocok untuk validasi item sederhana atau checklist biner. Maka dari itu, penelitian ini menggunakan rumus Aiken's dan untuk menghitung rata rata dari semua hasil nilai.

Rumus Aiken's V pertama kali diperkenalkan oleh Lewis R. Aiken (1985) untuk menilai relevansi atau kesesuaian isi butir instrumen berdasarkan skala penilaian para ahli (Aiken, 1985).

$$V = \frac{\sum s}{n(c-1)} \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

$s = r - l$  = skor yang diberikan oleh ahli dikurangi dengan skor terendah dalam skala (biasanya 1)

$r$  = : skor yang diberikan oleh ahli terhadap suatu item,

$l$  = skor terendah dalam skala (misalnya 1),

$c$  = jumlah kategori dalam skala (misalnya 4 atau 5),

$n$  = jumlah ahli.

Nilai V yang tinggi menunjukkan konsistensi antar ahli dalam menilai item sebagai relevan atau sesuai. Umumnya, kriteria interpretasi yang digunakan adalah  $V \geq 0,80$  = Valid atau sangat relevan,  $0,60 \leq V < 0,80$  = Cukup valid, mungkin

memerlukan revisi minor,  $V < 0,60$  = Kurang valid, disarankan untuk direvisi atau dibuang

Rumus *content validity index* (CVI) yang dikembangkan oleh para ahli seperti (Lynn, 1986), (Polit et al., 2007). CVI memungkinkan peneliti untuk menilai sejauh mana tingkat kesepakatan para ahli terhadap relevansi setiap butir dalam instrumen. Tingkat CVI yang digunakan pada penelitian ini adalah *Scale-Level CVI* (S-CVI) yang menghitung validitas isi secara keseluruhan dari satu set instrumen. Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan S-CVI/Ave (*Scale-Level Content Validity Index by Average*) yang dihitung sebagai rata-rata dari semua nilai Aiken's V yaitu indeks yang mengukur tingkat kesepakatan antara para ahli terhadap derajat relevansi setiap item berdasarkan skala ordinal (Hidalgo-Díaz et al., 2024) . Setelah seluruh nilai Aiken's V dihitung untuk masing-masing butir, nilai S-CVI/Ave diperoleh dengan rumus:

$$S - CVI/Ave = \frac{\sum V_i}{k} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

$V_i$  = nilai Aiken's V untuk butir ke-i

$k$  = jumlah total butir dalam instrumen

Nilai S-CVI/Ave berkisar antara 0 sampai 1. Semakin mendekati angka 1, maka semakin tinggi kesesuaian isi instrumen. Polit dan Beck (2006) menyatakan bahwa nilai S-CVI/Ave  $\geq 0.80$  dianggap sebagai indikator validitas isi yang tinggi dan layak digunakan dalam pengumpulan data penelitian (Polit & Beck, 2006).

### **Validasi Konstruk**

Validitas konstruk adalah jenis validitas yang mengukur sebuah instrumen penelitian benar-benar mengukur konsep atau konstruk teoritis yang ingin diukur (Cronbach & Meehl, 1955). Dalam konteks ini, "konstruk" adalah konsep abstrak yang ingin dipahami dan diukur oleh peneliti. Data konstruk didapatkan dari hasil *pilot study*. Sumber data untuk validitas konstruk adalah siswa dan ahli. Validitas konstruk yang dinilai oleh para ahli di bidang terkait mengevaluasi apakah instrumen penelitian sudah sesuai dengan teori atau konsep yang ada. Analisis data

untuk validitas konstruk menggunakan metode *Rasch Analysis*. Validitas konstruk dalam model Rasch dievaluasi dengan memeriksa kesesuaian data siswa dan item dengan model Rasch, serta melihat apakah item-item dalam instrumen tersebut mengukur konstruk yang sama. Hal ini dilakukan dengan menganalisis aspek misfit item. Misfit Item dengan cara melihat nilai MNSQ (*Mean-square*). Nilai MNSQ yang terlalu rendah atau terlalu tinggi (di luar batas yang diterima, misalnya 0.7 - 1.3) menunjukkan bahwa item tersebut tidak sesuai dengan model Rasch dan mungkin tidak mengukur konstruk yang sama dengan item lain. ZSTD (*Standardized Z-score*). Nilai ZSTD yang terlalu tinggi atau terlalu rendah (di luar batas yang diterima, misalnya -2.0 hingga +2.0) menunjukkan bahwa item tersebut tidak sesuai dengan model Rasch. Berikut tabel 3.12 mengenai kategori validasi konstruk.

Tabel 3. 12 Kategori validitas konstruk

Kategori	Infit MNSQ	Outfit MNSQ	ZSTD
<b>Ideal Fit</b>	0.7 – 1.3	0.5 – 1.5	-2.0 hingga +2.0
<b>Misfit</b>	>1.3	>1.5	> +2.0
<b>Overfit</b>	<0.7	<0.5	< -2.0

### Reliabilitas

Uji reliabilitas menggunakan metode Cronbach's Alpha (Cronbach, 1951). Metode ini digunakan untuk mengukur konsistensi item dalam suatu instrumen. Menghitung korelasi antar semua item dalam instrumen, dan hasilnya menunjukkan seberapa konsisten item-item tersebut mengukur konsep yang sama. Beberapa penilai (minimal dua) memberikan skor pada setiap butir soal untuk setiap siswa. Semua skor yang diberikan oleh penilai untuk setiap butir soal dihitung menggunakan rumus Cronbach's Alpha untuk menghitung koefisien reliabilitas. Berikut tabel 3.13 menjelaskan kategori nilai dari hasil reliabilitas.

Tabel 3. 13 Kategori Cronbach's Alpha

Nilai	Keterangan
> 0.9	Sangat Reliabel
0.7 – 0.9	Reliabel
0.6 - 0.7	Cukup Reliabel
<0.6	Tidak Reliabel

### 3.6 Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode campuran (*mixed methods*) dengan desain eksplanatoris sekuensial (*sequential explanatory design*), yang menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif secara berurutan. Pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap, 1) Tahap Kuantitatif, data dikumpulkan menggunakan Tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah untuk mengukur kemampuan siswa sebelum (*pre-test*) dan sesudah perlakuan (*post-test*). Angket persepsi siswa terhadap penggunaan PBeWs, termasuk aspek penerimaan dan niat perilaku berdasarkan model C-TAM TPB. Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisis deskriptif, N-Gain, Uji Normalitas, Uji paramterik/nonpaametri, Uji effect size. 2) Tahap Kualitatif, untuk memperdalam hasil kuantitatif, dilakukan wawancara semi-terstruktur terhadap beberapa siswa terpilih. Wawancara bertujuan menggali lebih lanjut faktor-faktor yang mendukung dan menghambat implementasi PBeWs dalam pembelajaran, serta menafsirkan respons siswa secara lebih mendalam. Penggabungan data dari kedua tahap ini dilakukan pada saat interpretasi hasil untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap efektivitas dan penerimaan PBeWs dalam meningkatkan HOTS siswa. Teknik analisis data yang digunakan yaitu *thematic analysis*.

#### 3.6.1 Analisis Deskriptif

Dalam konteks penelitian ini, analisis deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan secara sistematis skor-skor data yang diperoleh dari instrumen pada masing-masing kelompok perlakuan, baik pada tahap *pre-test* maupun *posttest*. Data tersebut dianalisis untuk memperoleh informasi mengenai rata-rata (*mean*), nilai tengah (*median*), dan simpangan baku (*standar deviasi*). Hasil analisis ini digunakan untuk mengetahui kecenderungan umum dan keragaman data dalam masing-masing kelompok serta sebagai dasar untuk menginterpretasikan peningkatan kemampuan setelah perlakuan dilakukan. Secara teknis, analisis deskriptif dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak statistik, yaitu

SPSS versi 26.0, yang memungkinkan peneliti memperoleh informasi statistik secara sistematis dan akurat.

### 3.6.2 N-Gain

Analisis *Normalized Gain* (N-Gain) digunakan dalam penelitian ini untuk mengukur peningkatan hasil belajar siswa sebelum dan sesudah perlakuan. N-Gain merupakan salah satu indikator efektivitas pembelajaran yang berfungsi menilai sejauh mana perubahan skor hasil belajar terjadi, setelah siswa mengikuti pembelajaran dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Konsep N-Gain diperkenalkan oleh (Hake, 1998) untuk melihat proporsi peningkatan skor siswa dengan mempertimbangkan batas skor maksimum yang mungkin dicapai. Perhitungan N-Gain bersifat dinormalisasi, sehingga hasilnya tidak dipengaruhi oleh selisih skor, melainkan juga memperhatikan peluang peningkatan yang tersedia bagi tiap individu. Rumus perhitungan N-Gain adalah:

$$N - Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Maksimal - Skor\ Pretest} \dots\dots\dots(3)$$

Hasil N-Gain dari masing-masing siswa kemudian dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui kecenderungan peningkatan skor dalam kategori tertentu. Kriteria klasifikasi tingkat efektivitas berdasarkan skor N-Gain mengikuti interpretasi umum sesuai dengan tabel 3.14.

Tabel 3. 14 Kriteria N-Gain

Rentang N-Gain	Kategori Peningkatan
$g \geq 0.70$	Tinggi
$0.30 \leq g < 0.70$	Sedang
$g < 0.30$	Rendah

### 3.6.3 Uji Normalitas

Uji normalitas merupakan prosedur statistik yang digunakan untuk menentukan apakah distribusi data dalam penelitian mengikuti pola distribusi normal. Asumsi normalitas sangat penting dalam analisis data kuantitatif yang menggunakan teknik statistik parametrik. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, uji normalitas dilakukan sebagai langkah awal untuk menentukan metode analisis

inferensial yang sesuai. Pengujian normalitas dalam penelitian ini dilakukan menggunakan uji statistik Shapiro-Wilk, yang tersedia dalam perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26.0. Karena uji Shapiro-Wilk direkomendasikan untuk ukuran sampel kecil hingga sedang (kurang dari 50 siswa). Kriteria pengambilan keputusan pada uji normalitas ini mengacu pada nilai signifikansi ( $p$ -value): Jika nilai Sig. ( $p$ )  $> 0.05$ , maka data dinyatakan berdistribusi normal. Jika nilai Sig. ( $p$ )  $\leq 0.05$ , maka data tidak berdistribusi normal (menyimpang dari distribusi normal).

### 3.6.4 Uji Parametrik

Uji parametrik merupakan teknik analisis statistik yang digunakan untuk menguji hipotesis ketika data memenuhi asumsi-asumsi tertentu, terutama asumsi distribusi normal dan homogenitas varians. Uji ini digunakan untuk mengukur perbedaan rata-rata antara dua atau lebih kelompok dan juga untuk menilai hubungan antar variabel yang berskala interval atau rasio.

Adapun tabel 3.15 menjelaskan jenis uji parametrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

Tabel 3. 15 Jenis Uji Parametrik

Jenis Uji	Deskripsi
Uji Paired Sample t-Test	Uji ini digunakan untuk mengetahui perbedaan skor <i>pre-test</i> dan <i>postest</i> dalam satu kelompok (baik eksperimen maupun kontrol). Hipotesis nol ( $H_0$ ): tidak terdapat perbedaan rata-rata <i>pre-test</i> dan <i>postest</i> . Hipotesis alternatif ( $H_1$ ): terdapat perbedaan yang signifikan antara rata-rata <i>pre-test</i> dan <i>postest</i>
Uji Independent Sample t-Test	Uji ini digunakan untuk membandingkan rata-rata antara dua kelompok yang tidak saling berhubungan (kelompok eksperimen dan kelompok kontrol), baik pada skor <i>pre-test</i> , <i>postest</i> , maupun N-Gain. Uji ini digunakan untuk mengetahui efektivitas perlakuan yang diberikan terhadap kelompok eksperimen dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hipotesis nol ( $H_0$ ): tidak terdapat perbedaan rata-rata antara dua kelompok. Hipotesis alternatif ( $H_1$ ): terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara dua kelompok.

Seluruh uji parametrik dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak IBM SPSS Statistics versi 26.0, yang memungkinkan analisis dilakukan secara sistematis, efisien, dan akurat. Nilai  $p$  (Sig.) menjadi dasar pengambilan keputusan, dengan kriteria sebagai berikut: Jika nilai  $p \leq 0.05$ , maka

terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik ( $H_0$  ditolak). Jika nilai  $p > 0.05$ , maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan ( $H_0$  diterima).

### 3.6.5 Uji Nonparametrik

Uji nonparametrik merupakan teknik analisis statistik yang digunakan ketika data tidak memenuhi asumsi-asumsi dasar uji parametrik, khususnya asumsi normalitas distribusi dan homogenitas varians. Uji ini bersifat lebih fleksibel karena dapat diterapkan pada data yang berskala ordinal, non-normal, atau berdistribusi tidak simetris. Dalam konteks penelitian ini, uji nonparametrik digunakan sebagai alternatif analisis inferensial ketika hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Penggunaan uji nonparametrik penting untuk memastikan bahwa analisis statistik yang dilakukan tetap valid dan reliabel, meskipun kondisi distribusi data tidak ideal. Hal ini sejalan dengan prinsip kehati-hatian dalam analisis kuantitatif, yang menyesuaikan pendekatan statistik dengan karakteristik empiris data. Dalam penelitian ini, uji nonparametrik digunakan dalam beberapa konteks yang bisa dilihat pada tabel 3.16.

Tabel 3. 16 Jenis Uji Non Parametrik

Jenis Uji	Deskripsi
Uji Wilcoxon Signed-Rank Test	Uji Wilcoxon digunakan untuk menguji perbedaan skor pre-test dan posttest dalam satu kelompok (eksperimen atau kontrol), saat data berdistribusi non-normal. Uji ini merupakan padanan nonparametrik dari paired sample t-test. Hipotesis nol ( $H_0$ ): Tidak terdapat perbedaan signifikan antara skor pre-test dan posttest. Hipotesis alternatif ( $H_1$ ): Terdapat perbedaan signifikan antara skor pre-test dan posttest. Uji ini dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi peningkatan yang signifikan dalam hasil belajar siswa setelah mengikuti pembelajaran dengan atau tanpa PbeWs.
Uji Mann-Whitney U Test	Uji Mann-Whitney digunakan untuk menguji perbedaan skor antara dua kelompok independen (eksperimen dan kontrol), ketika data tidak berdistribusi normal. Uji ini merupakan padanan nonparametrik dari independent sample t-test. Hipotesis nol ( $H_0$ ): Tidak terdapat perbedaan signifikan antara dua kelompok. Hipotesis alternatif ( $H_1$ ): Terdapat perbedaan signifikan antara dua kelompok. Uji ini digunakan untuk membandingkan efektivitas pembelajaran PBeWs terhadap kelompok yang belajar menggunakan worksheet konvensional, baik berdasarkan skor N-Gain.

Analisis nonparametrik dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan IBM SPSS Statistics versi 26.0. Keputusan untuk menerima atau menolak hipotesis

nol ditentukan berdasarkan nilai signifikansi ( $p$ -value). Jika  $p \leq 0.05$ , maka terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik ( $H_0$  ditolak). Jika  $p > 0.05$ , maka tidak terdapat perbedaan yang signifikan ( $H_0$  diterima). Output yang diperoleh berupa nilai  $Z$  (untuk Wilcoxon dan Mann-Whitney) serta nilai Asymp. Sig. (2-tailed), yang menjadi acuan untuk pengambilan keputusan.

### 3.6.6 Uji Effect Size

Selain menguji signifikansi statistik, penelitian ini juga melakukan analisis effect size untuk mengukur besarnya pengaruh atau dampak perlakuan (*treatment*) terhadap variabel yang diteliti. Uji effect size penting dilakukan sebagai pelengkap analisis inferensial untuk menginterpretasikan makna substantif dari hasil penelitian. Effect size membantu peneliti dan pembaca memahami seberapa besar kontribusi model pembelajaran terhadap peningkatan dibandingkan dengan pendekatan pembelajaran konvensional. Tabel 3.17 menyebutkan jenis jenis uji effect size.

Tabel 3. 17 Jenis Jenis Uji Effect Size

Jenis Uji	Deskripsi												
Effect Size pada Uji Parametrik (Cohen's d)	<p>Untuk data yang memenuhi asumsi normalitas dan dianalisis menggunakan uji parametrik (seperti paired sample t-test atau independent sample t-test), effect size dihitung menggunakan Cohen's d. Rumus umum Cohen's d adalah</p> $d = \frac{t}{\sqrt{df+1}} \dots \dots \dots (4)$ <p>di mana:</p> <p>d = effect size (Cohen's d)</p> <p>t = nilai t dari hasil uji (t-value)</p> <p>df = derajat kebebasan (<i>degree of freedom</i>)</p> <p>Interpretasi Cohen's d (Cohen, 1988):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nilai d</th> <th>Interpretasi Umum</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.01 – 0.19</td> <td>Efek sangat kecil</td> </tr> <tr> <td>0.20 – 0.49</td> <td>Efek kecil</td> </tr> <tr> <td>0.50 – 0.79</td> <td>Efek sedang</td> </tr> <tr> <td>0.80 – 1.29</td> <td>Efek besar</td> </tr> <tr> <td><math>\geq 1.30</math></td> <td>Efek sangat besar</td> </tr> </tbody> </table>	Nilai d	Interpretasi Umum	0.01 – 0.19	Efek sangat kecil	0.20 – 0.49	Efek kecil	0.50 – 0.79	Efek sedang	0.80 – 1.29	Efek besar	$\geq 1.30$	Efek sangat besar
Nilai d	Interpretasi Umum												
0.01 – 0.19	Efek sangat kecil												
0.20 – 0.49	Efek kecil												
0.50 – 0.79	Efek sedang												
0.80 – 1.29	Efek besar												
$\geq 1.30$	Efek sangat besar												

Jenis Uji	Deskripsi
	<i>Effect size</i> ini memberikan informasi seberapa besar perbedaan rata-rata antar kelompok dalam satuan simpangan baku.
Effect Size pada Uji Nonparametrik (r Effect Size)	<p>Jika data tidak berdistribusi normal dan dianalisis menggunakan uji nonparametrik (seperti Wilcoxon Signed Rank Test atau Mann-Whitney U Test), maka effect size dihitung menggunakan rumus:</p> $r = \frac{z}{\sqrt{N}} \dots \dots \dots (5)$ <p>di mana:  Z adalah nilai statistik dari hasil uji Wilcoxon atau Mann-Whitney,  N adalah jumlah total sampel.  Interpretasi nilai r (Rosenthal, 1991):  r ≈ 0.10 = kecil  r ≈ 0.30 = sedang  r ≥ 0.50 = besar</p>

### 3.6.7 Thematic Analysis Data Kualitatif

Dalam penelitian ini, analisis data kualitatif dilakukan menggunakan pendekatan *thematic analysis*, yaitu teknik analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan melaporkan pola-pola atau tema-tema yang muncul dari data kualitatif. *Thematic analysis* memungkinkan peneliti untuk memahami makna yang terkandung dalam pengalaman, persepsi, dan pandangan para partisipan secara mendalam, melalui pengelompokan data berdasarkan tema-tema yang bermakna. Pendekatan ini dipilih karena sejalan dengan tujuan pertanyaan penelitian kualitatif yang bersifat eksploratif, yaitu untuk menggali faktor-faktor pendukung dan penghambat dalam implementasi. *Thematic analysis* memberikan fleksibilitas dalam menginterpretasi makna data yang diperoleh dari wawancara mendalam, catatan observasi, atau refleksi terbuka dari guru dan siswa.

Analisis dilakukan mengikuti kerangka kerja *thematic analysis* yang dikembangkan oleh Braun dan Clarke (2006), yang mencakup tahapan sistematis. Langkah awal dilakukan dengan membaca dan menelaah data wawancara dan catatan lapangan secara berulang untuk memahami konteks dan kedalaman isi. Pada tahap ini, dilakukan pencatatan awal terhadap kesan umum, kata-kata kunci, atau pernyataan penting dari partisipan. Data yang telah ditranskrip kemudian dikode

secara sistematis. Kode-kode ini merepresentasikan unit makna tertentu. Kode-kode ini ditandai dan dikelompokkan berdasarkan kemunculannya dalam narasi. Kode-kode yang telah diidentifikasi kemudian dikelompokkan menjadi tema awal. Tema yang telah ditemukan ditinjau ulang untuk memastikan bahwa mereka benar-benar mencerminkan pola data secara menyeluruh dan tidak tumpang tindih. Tema direvisi, diperluas, atau disatukan jika diperlukan. Setiap tema diberi nama yang jelas dan deskriptif, serta didefinisikan ruang lingkungannya untuk memperjelas interpretasi makna dari tema tersebut. Untuk menjaga kredibilitas dan keabsahan analisis kualitatif, diterapkan teknik triangulasi sumber (misalnya dengan membandingkan data dari siswa dan guru), member checking, dan audit trail melalui pencatatan proses analisis secara sistematis. Dengan demikian, hasil temuan kualitatif dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah. Analisis dilakukan secara manual yang didukung oleh perangkat lunak Microsoft Excel.

### 3.7 Isu Etik

Penelitian ini menggunakan pendekatan *mixed method* yang memadukan metode kuantitatif dan kualitatif untuk memperoleh pemahaman yang menyeluruh mengenai topik yang dikaji. Karena penelitian ini melibatkan partisipan dari kalangan remaja, yaitu siswa kelas XI SMK pada program keahlian Teknik Mekatronika, maka aspek etika menjadi perhatian utama dalam keseluruhan proses penelitian, mulai dari perencanaan, pelaksanaan, hingga pelaporan hasil. Sebelum penelitian dilaksanakan, peneliti telah mengajukan proposal kepada Komisi Etik Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) dan memperoleh persetujuan etik dengan nomor: 110/UN40.K/PT.01.01/2025. Persetujuan ini menegaskan bahwa penelitian telah memenuhi standar etik yang berlaku, terutama dalam hal perlindungan terhadap hak dan kesejahteraan partisipan.

Seluruh partisipan diberi penjelasan secara rinci dan mudah dipahami mengenai tujuan, manfaat, prosedur, serta hak-hak mereka selama mengikuti penelitian. Sebagai bentuk kepatuhan terhadap prinsip *informed consent*, peneliti memiliki persetujuan dari partisipan, serta dari pihak sekolah dan wali siswa,

mengingat sebagian besar partisipan masih berada di bawah usia dewasa secara hukum. Aspek kerahasiaan dan anonimitas juga dijaga secara ketat. Identitas partisipan tidak dicantumkan dalam laporan, dan data yang dikumpulkan dikodekan untuk mencegah keterlacakannya terhadap individu. Semua data disimpan dengan aman dan hanya digunakan untuk kepentingan akademik sesuai dengan tujuan penelitian.

Penelitian ini dirancang agar tidak menimbulkan risiko psikologis, sosial, maupun akademik bagi siswa. Kegiatan pengumpulan data dilakukan dengan tetap memperhatikan kenyamanan partisipan serta tidak mengganggu kegiatan belajar-mengajar di sekolah. Partisipan juga diberikan kebebasan untuk mengundurkan diri dari penelitian kapan pun tanpa tekanan atau konsekuensi apa pun. Dengan memperhatikan prinsip-prinsip dasar etika penelitian, seperti respek terhadap otonomi individu, menjamin keadilan, serta meminimalkan risiko, penelitian ini berkomitmen untuk menjaga integritas ilmiah sekaligus menghormati hak-hak partisipan yang terlibat.