

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menerapkan desain kuasi-eksperimen (*Quasi Experiment Method*). Menurut Creswell (2018) kuasi eksperimen merupakan jenis desain eksperimen yang tidak melibatkan pengacakan subjek ke dalam kelompok, namun tetap menerapkan perlakuan tertentu untuk mengamati dampaknya terhadap variabel terikat. Desain ini memberikan kesempatan kepada peneliti untuk mengevaluasi dampak suatu perlakuan dalam dunia nyata, terutama dalam lingkungan pendidikan di mana pengacakan seringkali sulit dilakukan. Penelitian ini menerapkan desain *non-equivalent control group*, yang melibatkan dua kelompok partisipan, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Sebelum pemberian perlakuan, keduanya menjalani *pre-test* guna mengetahui kondisi awal serta memastikan ada atau tidaknya perbedaan kemampuan awal di antara kelompok tersebut. Pemilihan anggota tiap kelompok dilakukan tanpa pengacakan (*non-random*), sehingga penelitian ini termasuk dalam jenis kuasi eksperimen. Pada pelaksanaannya, kelompok eksperimen menerima pendekatan berupa pembelajaran dengan strategi *CPS-STEM*, sedangkan kelompok kontrol memperoleh pembelajaran dengan metode konvensional. Desain penelitian ini divisualisasikan dalam bentuk *control group design* yang ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Design penelitian *control group design*

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	Post Test
R ₁	O ₁	X	O ₂
R ₂	O ₃	-	O ₄

3.1.1 Variabel Penelitian

Variabel penelitian mencakup seluruh faktor, kondisi, situasi, perlakuan (*treatment*), atau tindakan yang dapat memengaruhi hasil dari suatu eksperimen. Dalam penelitian ini, variabel yang dianalisis dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu:

1. Variabel Bebas (*Independent*)

Variabel independen pada penelitian ini adalah penerapan model pembelajaran *CPS* yang terintegrasi dengan pendekatan *STEM*. Variabel ini merupakan perlakuan yang diberikan kepada kelompok eksperimen dalam rangka menilai efeknya terhadap perkembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

2. Variabel Terikat (*Dependent*)

Variabel dependen dalam studi ini adalah kemampuan berpikir kritis siswa. Kemampuan ini mencakup keterampilan siswa dalam melakukan analisis, evaluasi, serta pemecahan masalah secara rasional dan terstruktur, yang merupakan hasil dari intervensi pembelajaran yang telah diterapkan.

3.1.2 Definisi Operasional

1. Model pembelajaran *CPS*

Model pembelajaran *CPS* merupakan pendekatan yang berfokus pada pemecahan masalah, dengan menekankan keseimbangan antara pemikiran divergen (menghasilkan berbagai kemungkinan solusi) dan pemikiran konvergen (memilih solusi terbaik). Model ini tidak hanya memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kreatif, dan sekaligus meningkatkan keterlibatan siswa secara aktif dalam proses belajar. Langkah-langkah dalam pelaksanaan model *CPS* dalam pembelajaran yang terdiri dari mengidentifikasi fakta, merumuskan masalah, mengembangkan ide-ide, merumuskan solusi, dan menentukan penerimaan atau implementasi solusi yang dipilih.

2. Pembelajaran *STEM*

Pembelajaran *STEM* merujuk pada pendekatan terpadu yang menggabungkan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam proses pembelajaran. Tujuannya adalah untuk melatih siswa memecahkan masalah nyata melalui kegiatan observasi, berpikir kritis, dan kerja kolaboratif. Pembelajaran ini diukur melalui keterlaksanaan proses belajar yang mencerminkan integrasi disiplin ilmu, partisipasi aktif siswa, dan penerapan metode ilmiah.

3. Kemampuan Berpikir Kritis

Kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan individu untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menyintesis informasi atau argumen dengan cara yang logis, objektif, dan sistematis untuk membuat keputusan atau menyelesaikan masalah.

3.2 Populasi dan Sampel

Dalam pelaksanaan penelitian, penetapan populasi dan sampel menjadi tahapan krusial untuk memastikan bahwa data yang diperoleh relevan serta mewakili objek kajian. Populasi diartikan sebagai keseluruhan subjek yang termasuk dalam lingkup penelitian, sementara sampel merupakan bagian representatif dari populasi yang dipilih kemudian dianalisis. Uraian lebih rinci mengenai populasi dalam penelitian ini akan disajikan dibawah.

3.2.1 Populasi

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh peserta didik kelas XI Program DPIB di SMK Negeri 1 Sumedang Tahun Ajaran 2024/2025, yang terdiri atas tiga kelas, yaitu XI DPIB 1, XI DPIB 2, dan XI DPIB 3 dengan total 102 siswa. Pemilihan kelas XI DPIB sebagai populasi didasarkan pada pertimbangan bahwa peserta didik pada jenjang ini sedang mempelajari materi alinyemen horizontal dan vertikal dalam mata pelajaran pemodelan jalan dan jembatan, yang sesuai dengan penerapan pendekatan pembelajaran berbasis *STEM*. Selain itu, siswa kelas XI dinilai telah memiliki derajat kematangan berpikir yang melampaui kelas sebelumnya, sehingga lebih siap untuk dilibatkan dalam strategi pembelajaran *CPS* guna mendorong pengembangan potensi bernalar kritis secara optimal. Adapun jumlah populasi disajikan pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Populasi Penelitian

NO.	Kelas	Jumlah Siswa
1.	XI DPIB 1	34
2.	XI DPIB 2	34
3.	XI DPIB 3	34
Total		102

3.2.2 Sampel

Penelitian ini menggunakan dua kelas sebagai sampel yang ditetapkan sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pemilihan kedua kelas tersebut dilakukan secara *purposive sampling*, dengan pertimbangan bahwa keduanya diasuh oleh pendidik yang sama serta dinilai oleh peneliti memiliki karakteristik siswa yang relatif homogen dan mampu mengikuti pembelajaran dengan baik. Teknik *purposive sampling* dipilih karena pengambilan sampel dilakukan mempertimbangkan faktor-faktor tertentu yang dianggap mampu memberikan data yang representatif sesuai tujuan penelitian (Sugiono, 2015).

Berdasarkan hasil tersebut, sampel penelitian terdiri dari dua kelas yaitu XI DPIB 3 sebagai kelas eksperimen dengan 33 siswa dan XI DPIB 2 sebagai kelas kontrol dengan 27 siswa, seperti tertera pada tabel 3.3.

Tabel 3. 3 Sampel Penelitian

NO.	Kelas	Jumlah Siswa
1.	XI DPIB 1	27
2.	XI DPIB 3	33
Total		60

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini bergantung pada kualitas instrumen yang digunakan yang sesuai dengan pendekatan kuantitatif. Oleh karena itu, uraian mengenai jenis, bentuk, dan fungsi instrumen sebagai berikut:

3.3.1 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian digunakan sebagai perangkat untuk mengumpulkan, mengelola serta menafsirkan data hasil jawaban responden, dengan menerapkan standar pengukuran yang seragam (Yuberti & Siregar, 2017). Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Lembar Validasi Modul Ajar

Lembar validasi modul ajar dimanfaatkan sebagai alat penilaian untuk mengevaluasi mutu dan kesesuaian Konten pembelajaran yang disajikan dalam kegiatan kelas. Tujuannya adalah memastikan modul ajar tersebut telah memenuhi standar akademik dan pedagogis yang telah ditetapkan. Umumnya, lembar validasi

ini memuat beberapa aspek penting, seperti kejelasan tujuan pembelajaran, keterkaitan isi dengan kurikulum, struktur dan penyampaian materi, mutu bahan ajar, serta kesesuaian metode pengajaran dengan karakteristik peserta didik. Proses penilaian terhadap lembar validasi dilakukan oleh guru dengan maksud memberikan masukan dan saran perbaikan. Setiap aspek dinilai berdasarkan kriteria tertentu, dan hasilnya digunakan untuk menyempurnakan modul ajar sebelum digunakan dalam pembelajaran. Dengan demikian, lembar validasi ini berperan sebagai instrumen pengendalian mutu guna meenjamin bahwa materi ajar tidak hanya menyampaikan informasi, tetapi juga efektif dalam membantu siswa mencapai tujuan belajar.

2. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Dalam penelitian ini, lembar keterlaksanaan pembelajaran dirancang menggunakan skala Likert. Skala Likert digunakan untuk memperoleh data mengenai sikap, opini, dan persepsi masyarakat atau kelompok terhadap suatu fenomena sosial. Pada instrumen keterlaksanaan yang digunakan dalam penelitian ini, penilaian dilakukan dengan rentang skor 1 hingga 5, yang merepresentasikan tingkat kesesuaian atau keterlaksanaan dari setiap indikator yang diamati. Dengan keterangan skor; 1 = Sangat Tidak Sesuai, 2 = Tidak Sesuai, 3 = Cukup Sesuai, 4 = Sesuai, 5 = Sangat Sesuai. Kisi-kisi instrumen lembar observasi didapat dari langkah-langkah penerapan strategi pembelajaran *CPS* menurut Isaksen dan Treffinger (2004) yang dideskripsikan pada Tabel 3.4.

Tabel 3. 4 Kisi-Kisi Lembar Observasi

No.	Aspek yang Dinilai	Indikator	No. Butir
1	Klarifikasi Masalah	Guru menyampaikan masalah kontekstual yang relevan	1
		Guru memberikan ruang analisis dan rumusan masalah oleh siswa	2
		Siswa mampu mengidentifikasi komponen masalah	3

No.	Aspek yang Dinilai	Indikator	No. Butir
		Guru mengaitkan masalah dengan konsep <i>STEM</i>	4
2	Menghasilkan Ide	Guru memfasilitasi ide kreatif dari siswa	5
		Diskusi kelompok untuk menghasilkan ide alternatif	6
		Solusi didukung oleh prinsip <i>STEM</i>	7
		Guru mendorong berpikir divergen	8
3	Merencanakan Aksi	Evaluasi dan pemilihan solusi terbaik	9
		Penyusunan rencana implementasi solusi	10
		Rancangan proyek berbasis <i>STEM</i>	11
		Rencana mencerminkan kerja ilmiah dan kolaboratif	12
4	Evaluasi dan Refleksi	Guru memberi umpan balik terhadap proyek/solusi siswa	13
		Siswa melakukan refleksi terhadap proses pemecahan masalah	14
		Evaluasi siswa terhadap solusi	15
		Guru memberi ruang revisi perbaikan	16
5	Integrasi Pendekatan <i>STEM</i>	Aktivitas mengandung unsur sains (observasi, eksperimen)	17
		Aktivitas menggunakan unsur teknologi	18
		Aktivitas mengandung unsur teknik/rekayasa	19

No.	Aspek yang Dinilai	Indikator	No. Butir
		Aktivitas mengandung unsur matematika	20

3. Angket Respon Siswa

Angket respon siswa disusun untuk mengukur tanggapan siswa terhadap penerapan model pembelajaran *CPS* dengan pendekatan *STEM* pada materi alinyemen horizontal dan vertikal jalan di mata pelajaran Pemodelan Jalan dan Jembatan. Instrumen ini bertujuan menggambarkan bagaimana pengalaman belajar siswa selama mengikuti pembelajaran inovatif tersebut, baik dari sisi motivasi, keterlibatan, pemahaman konsep, maupun kenyamanan belajar. Instrumen angket dikembangkan berdasarkan indikator yang relevan dengan teori pembelajaran serta hasil penelitian terdahulu. Pengembangan kisi-kisi angket merujuk pada studi Andin et al., (2023), Ilah et al., (2024), serta Octavia, (2023), yang menggunakan instrumen serupa untuk mengukur persepsi siswa terhadap model pembelajaran *CPS* dengan pendekatan *STEM*. Angket terdiri dari 15 butir pernyataan dengan skala Likert 5, mencakup aspek antusiasme, pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, serta kepuasan terhadap pengalaman belajar. Kisi-kisi instrumen angket respon siswa dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Kisi-kisi angket respon siswa

Aspek	Indikator	Nomor Soal
Antusiasme & Minat Belajar	Siswa menunjukkan semangat, ketertarikan, dan rasa senang dalam mengikuti pembelajaran.	1, 8, 9, 10, 13
Pemahaman Konsep & Keterkaitan	Siswa merasa terbantu memahami konsep alinyemen dan mampu menghubungkan teori dengan realitas lapangan.	2, 3, 15

Aspek	Indikator	Nomor Soal
Berpikir Kritis & Kreatif	Siswa terdorong berpikir kritis, kreatif, dan reflektif dalam merancang serta menyelesaikan permasalahan.	4, 5, 14
Kepuasan & Pengalaman Belajar	Siswa merasa puas, aktif, dan percaya diri dalam proses serta pengalaman pembelajaran yang dijalani.	6, 7, 11, 12

4. Tes

Instrumen ini akan dibagi dalam beberapa bagian untuk mengukur aspek-aspek penting dari berpikir kritis, meliputi kecakapan dalam mendeteksi masalah, mengolah informasi dan menyusun solusi. Tes ini akan diberikan kepada siswa pra-pembelajaran juga pasca-pembelajaran menggunakan. Berikut adalah kisi-kisi dari instrumen test berdasarkan capaian pembelajaran konstruksi jalan jembatan yang terdapat pada Tabel 3.6.

Tabel 3. 6 Kisi-Kisi Instrumen Test

No.	Capaian Pembelajaran	Indikator Soal	Materi	Bentuk Soal	Level Kognitif
1	Memahami konsep dasar alinyemen horizontal dan vertikal	Menjelaskan tujuan, fungsi, dan alasan teknis penggunaan alinyemen	Alinyemen Horizontal & Vertikal	PG 1, 2, 3, 5, 10	C1–C2
2	Menganalisis penerapan geometri jalan terhadap kondisi medan	Menentukan solusi radius, gradien, dan superelevasi	Alinyemen Horizontal & Vertikal	PG 4, 6, 7	C3

No.	Capaian Pembelajaran	Indikator Soal	Materi	Bentuk Soal	Level Kognitif
		berdasarkan topografi			
3	Mengidentifikasi risiko keselamatan akibat desain jalan yang tidak tepat	Menjelaskan dampak perubahan desain dan risiko teknis	Alinyemen Horizontal	PG 8, 9	C4
4	Mengembangkan solusi desain jalan untuk keamanan dan kenyamanan pengguna	Mendesain solusi dari permasalahan nyata di lapangan	Alinyemen Kombinasi	Esai 1, 3, 4	C4–C5
5	Mendesain alinyemen jalan sesuai kebutuhan fungsi dan lokasi	Membuat desain berdasarkan jenis jalan dan lingkungan pengguna	Alinyemen Horizontal & Vertikal	Esai 2, 5	C5–C6

Tes terdiri dari dua tipe soal, yaitu pilihan ganda serta soal esai. Soal pilihan ganda digunakan untuk mengukur aspek pemahaman konsep secara objektif, yang penilaiannya terdapat pada Tabel 3.7

Tabel 3. 7 Penilaian soal pilihan ganda

Jawaban Benar	Jawaban Salah
1	0

Sementara soal esai dirancang untuk mengukur kemampuan siswa dalam menguraikan, mengevaluasi, dan mengembangkan argumen secara lebih mendalam. Untuk menjamin objektivitas dan konsistensi dalam penilaian soal esai,

peneliti menyusun rubrik penilaian yang memuat kriteria-kriteria yang jelas dan terukur. Rubrik ini akan disajikan pada Tabel 3.8.

Tabel 3. 8 Rubrik Penilaian Soal Esai

Aspek yang Dinilai	Skor 5 (Sangat Baik)	Skor 4 (Baik)	Skor 3 (Cukup)	Skor 2 (Kurang)	Skor 1 (Sangat Kurang)
Identifikasi Masalah	Mengidentifikasi seluruh faktor penting secara menyeluruh dan logis.	Mengidentifikasi sebagian besar faktor penting dengan hubungan yang cukup logis.	Mengidentifikasi masalah secara umum, namun kurang dalam atau kurang relevan.	Identifikasi kurang tepat atau hanya sebagian kecil yang sesuai.	Tidak dapat mengidentifikasi masalah atau tidak relevan.
Analisis & Evaluasi Alternatif	Analisis kritis terhadap beberapa alternatif, disertai pro-kontra berbasis prinsip teknis yang kuat.	Menganalisis dua atau lebih alternatif dengan alasan teknis yang cukup jelas.	Analisis terbatas, alasan teknis tidak mendalam atau kurang relevan.	Analisis tidak berdasarkan prinsip teknis atau kurang sistematis.	Tidak ada analisis atau tidak relevan secara teknis.
Pemberian Solusi /	Solusi realistis, logis,	Solusi cukup logis dan sesuai prinsip	Solusi kurang logis atau	Solusi tidak jelas,	Tidak memberikan solusi

Aspek yang Dinilai	Skor 5 (Sangat Baik)	Skor 4 (Baik)	Skor 3 (Cukup)	Skor 2 (Kurang)	Skor 1 (Sangat Kurang)
Rekomendasi	sesuai kaidah teknis, dan mempertimbangkan dampak menyeluruh.	teknis, meski belum mempertimbangkan semua aspek.	kurang tepat secara teknis.	lemah secara teknis, atau tidak menyeluruh.	atau solusinya tidak masuk akal.
Argumentasi & Penalaran	Argumen sangat kuat, runtut, jelas, dan didukung prinsip teknik yang tepat atau bukti.	Argumen cukup kuat dan jelas, ada dukungan teknis meski tidak sepenuhnya runtut.	Argumen kurang meyakinkan atau tidak sepenuhnya relevan secara teknis.	Argumen lemah, tidak runtut, atau kurang relevan dengan prinsip teknik.	Tidak ada argumentasi atau sangat tidak relevan.
Kreativitas & Penyajian	Penjelasan /desain sangat kreatif, mendalam secara teknis, sesuai konteks,	Penjelasan cukup kreatif, sesuai konteks, dan dapat dipahami meskipun tidak mendalam.	Penyajian terlalu umum, kurang tepat, atau tidak cukup komunikatif.	Penyajian tidak sesuai konteks atau sangat terbatas dari segi teknis.	Tidak ada penyajian yang relevan atau tidak sesuai konteks sama sekali.

Aspek yang Dinilai	Skor 5 (Sangat Baik)	Skor 4 (Baik)	Skor 3 (Cukup)	Skor 2 (Kurang)	Skor 1 (Sangat Kurang)
	dan mudah dipahami.				

1. Soal 1: Fokus penilaian pada pertimbangan teknis seperti radius tikungan, kelandaian, keamanan, dan kenyamanan pengguna.
2. Soal 2: Kemampuan membandingkan secara teknis dan mempertimbangkan efisiensi, keselamatan, serta biaya.
3. Soal 3: Menguji pemahaman risiko teknis dari kondisi jalan dan solusi yang sesuai standar teknis (misal penambahan superelevasi).
4. Soal 4: Evaluasi berdasarkan konsep visual clearance, radius pandang, dan solusi yang teknis seperti penyesuaian profil vertikal atau rambu.
5. Soal 5: Menilai pemahaman desain kontekstual dengan sketsa atau uraian alinyemen yang sesuai dengan karakteristik lingkungan jalan.

3.3.2 Uji Instrumen Penelitian

1. Uji Validasi Modul Ajar

Modul ajar yang dikembangkan akan melalui tahap uji validitas untuk memastikan kualitas isi dan keandalan sebagai instrumen penelitian. Fokus utama dari proses ini adalah validitas isi (*content validity*), yang bertujuan untuk menilai sejauh mana modul mencerminkan kompetensi dan sasaran pembelajaran yang telah dirumuskan. Pendekatan yang digunakan dalam proses validasi adalah *judgement panelis*, merupakan penilaian yang dilakukan oleh para ahli di bidang pendidikan dan/atau materi pelajaran yang relevan. Para ahli akan mengevaluasi modul ajar berdasarkan kriteria tertentu, seperti kesesuaian isi, kedalaman materi, keterpaduan antar komponen, dan kejelasan penyajian. Hasil penilaian ini digunakan untuk merevisi dan menyempurnakan modul agar memenuhi standar kualitas yang dibutuhkan dalam penelitian.

Hasil penelitian dari para validator akan dianalisis menggunakan rumus berikut.

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor perolehan}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (\text{Riinawati, 2021})$$

Kriteria kelayakan instrumen modul ajar deajalskan secara terperinci pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Kriteria kelayakan instrumen

Rentang Nilai	Kategori	Keterangan
81% –100%	Sangat Valid	Modul ajar dapat digunakan tanpa perlu revisi.
61% – 80%	Cukup Valid	Modul ajar dapat digunakan dengan beberapa revisi kecil.
41% – 60%	Kurang Valid	Modul ajar sebaiknya tidak digunakan, perlu revisi besar.
21% – 40%	Tidak Valid	Modul ajar tidak layak digunakan dan tidak direkomendasikan untuk dipakai.

(Ilham & Octarya, 2018)

Proses validasi terhadap modul ajar dilakukan melalui penilaian oleh para ahli (*judgement panelis*), dan hasil penilain dijabarkan secara rinci dalam lembar validasi yang ditampilkan pada Tabel 3.10.

Tabel 3. 10 Rekap hasil penilain lembar observasi

NO	Validator	Skor Perolehan	Skor Maksimal	Persentase	Kategori
1.	Ketua Kompetensi Keahlian DPIB SMKN 1 SUMEDANG	49	50	98%	Sangat Valid
2.	Guru Mata Pelajaran SMKN 1 SUMEDANG	48	50	96%	Sangat Valid
RATA-RATA				97%	Sangat Valid

Dalam lembar validasi guru mata pelajaran memberikan beberapa masukan, untuk kelengkapan modul dilengkapi lagi dengan daftar pustaka dan glosarium, dan disimpulkan bahwa modul ajar layak digunakan untuk penelitian dengan revisi. Sementara ketua kompetensi keahlian DPIB menilai bahwa modul ajar telah memenuhi semua aspek dan layak digunakan tanpa revisi.

2. Uji Validitas Angket Respon siswa

Karena instrumen angket respon siswa ini diadaptasi dari penelitian terdahulu, maka diperlukan validasi ulang untuk memastikan kesesuaian dan relevansinya dalam konteks penelitian saat ini. Validasi dilakukan melalui teknik *judgment panelis*, yang menilai setiap butir pernyataan berdasarkan aspek kesesuaian isi, kejelasan redaksi, dan keterkaitan dengan indikator yang diukur. Penilaian dilakukan oleh dua orang ahli di bidang pendidikan vokasional. Hasil penilaian kemudian diolah menggunakan rumus persentase:

$$\text{Persentase} = \frac{\text{skor perolehan}}{\text{skor maksimal}} \times 100\% \quad (\text{Riinawati, 2021})$$

Dengan kategorisasi kelayakan instrumen angket respon siswa sebagai berikut pada Tabel 3.11

Tabel 3. 11 Kriteria kelayakan instrumen

Rentang Nilai	Kategori	Keterangan
81% – 100%	Sangat Valid	Dapat digunakan tanpa perlu revisi.
61% – 80%	Cukup Valid	Dapat digunakan dengan beberapa revisi kecil.
41% – 60%	Kurang Valid	Sebaiknya tidak digunakan, perlu revisi besar.
21% – 40%	Tidak Valid	Tidak layak digunakan dan tidak direkomendasikan untuk dipakai.

(Ilham & Octarya, 2018)

Adapun hasil validasi isi angket respon siswa dari validator 1 dan validator 2 ditampilkan pada Tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Hasil Validasi insturmen angket

No	Skor Validator 1	Skor Validator 2	Total Skor	Skor Maks	Persentase (%)	Kategori
1	5	5	10	10	100	Sangat Valid
2	5	5	10	10	100	Sangat Valid
3	4	4	8	10	80	Cukup Valid
4	5	5	10	10	100	Sangat Valid
5	5	4	9	10	90	Sangat Valid
6	4	4	8	10	80	Cukup Valid
7	4	5	9	10	90	Sangat Valid
8	4	5	9	10	90	Sangat Valid
9	4	5	9	10	90	Sangat Valid
10	5	4	9	10	90	Sangat Valid
11	4	4	8	10	80	Cukup Valid
12	4	4	8	10	80	Cukup Valid
13	4	4	8	10	80	Cukup Valid
14	5	5	10	10	100	Sangat Valid
15	4	4	8	10	80	Cukup Valid

Dari hasil validasi tersebut, diperoleh total skor gabungan sebesar 134 dari skor maksimal 150, dengan rata-rata skor per validator sebesar 67, rata-rata per butir sebesar 8,93, dan rata-rata persentase sebesar 89,3%. Berdasarkan klasifikasi

tingkat validitas instrumen dengan persentase di atas 80% termasuk dalam kategori "Sangat Valid", sehingga layak digunakan dalam pengumpulan data penelitian ini.

3. Uji Validitas Instrumen Test

Instrumen yang telah teruji valid menjadi alat ukur yang mampu memproduksi data yang akurat dan berdasarkan sasaran pengukuran. Menurut Sugiono (2019) suatu instrumen dikatakan valid apabila menghasilkan pengukuran yang valid terhadap objek yang tepat. Validitas diperuntukkan untuk menilai ketercapaian butir-butir soal dalam instrumen mencerminkan konstruksi atau konsep yang diukur. Untuk mengetahui validitas setiap butir soal menggunakan rumus:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (\text{Sugiono, 2015})$$

Keterangan:

r = koefisien korelasi

n = Jumlah responden

x = Skor item

y = Skor total

Jika $r_{xy} \leq r_{\text{tabel}}$ maka soal dinyatakan tidak valid, sedangkan jika $r_{xy} \geq r_{\text{tabel}}$, soal dikatakan valid. Interpretasi terhadap nilai koefisien r_{xy} mengikuti kriteria yang disajikan pada Tabel 3.13.

Tabel 3. 13 Interpretasi indeks korelasi r

Besar "r" product moment r_{xy}	Interpretasi
$r_{xy} \leq 0,30$	Tidak Valid
$r_{xy} \geq 0,30$	Valid

(Arikunto, 2012)

Hitung total skor untuk setiap item dan total skor keseluruhan kemudian masukan nilai-nilai tersebut dalam rumus untuk menentukan koefisien korelasi r lalu interpretasikan nilai r dengan Tabel 3.14.

Tabel 3. 14 Kriteria Validitas tes

Rentang Nilai	Klasifikasi
0,00-0,19	Sangat rendah

Rentang Nilai	Klasifikasi
0,20-0,39	rendah
0,40-0,59	sedang
0,60-0,79	tinggi
0,80-1,00	Sangat tinggi

(Arikunto, 2012)

Uji validitas instrumen tes dilakukan dengan melibatkan sebanyak 27 siswa kelas XI DPIB 3 di SMKN 1 Sumedang sebagai responden. Data hasil pengisian tes kemudian dianalisis menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS. Teknik analisis yang digunakan adalah korelasi *Pearson Product Moment* untuk mengukur validitas tiap butir pernyataan dalam instrumen. Hasil analisis tersebut disajikan secara rinci pada Tabel 3.15, yang berisi koefisien korelasi tiap butir dengan skor total, serta keterangan valid atau tidaknya butir pernyataan.

Tabel 3. 15 Rekap hasil uji validitas instrumen tes

Capaian Pembelajaran	No Pernyataan	Nilai r Tabel	Kriteria
Menjelaskan pengertian alinyemen horizontal, komponen garis lurus dan lengkung, serta peranannya dalam efisiensi dan keselamatan jalan	1, 5, 8, 11, 12	0,3809	Valid
Menjelaskan konsep alinyemen vertikal, gradien, dan kurva vertikal, serta kaitannya dengan kenyamanan dan jarak pandang pengemudi	2, 7, 13,		Valid
	10,4		Tidak Valid

Capaian Pembelajaran	No Pernyataan	Nilai r Tabel	Kriteria
Menganalisis pengaruh alinyemen terhadap kebutuhan galian-timbunan dan kelancaran lalu lintas	3, 5b (Esai)		Valid
Merancang alinyemen horizontal dan vertikal menggunakan prinsip teknis dan perangkat lunak desain jalan	1, 5a–c (Esai)		Valid
Mengevaluasi desain alinyemen berdasarkan kriteria geometrik dan melakukan revisi jika diperlukan untuk menjamin keselamatan berkendara	6,14, 15 (PG), 2, 3, 4 (Esai)		Valid
	9		Tidak Valid

Temuan analisis mengungkapkan bahwa sebagian besar butir instrumen berada dalam kategori valid. Ini mengindikasikan bahwa butir-butir tersebut memiliki keterkaitan dengan skor total, sehingga dapat digunakan untuk mengukur capaian pembelajaran yang dituju secara akurat. Misalnya, pada capaian pembelajaran yang berkaitan dengan pemahaman konsep alinyemen horizontal dan vertikal, hampir semua item menunjukkan validitas yang baik. Artinya, peserta didik mampu merespons pernyataan secara konsisten dan sesuai dengan pemahaman mereka terhadap materi. Namun, terdapat beberapa butir pernyataan yang tidak memenuhi kriteria validitas, seperti item nomor 4, 9, dan 10. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, misalnya redaksi pernyataan yang kurang jelas, materi yang belum dipahami secara merata oleh siswa, atau interpretasi ganda terhadap isi pernyataan.

Oleh karena itu, butir-butir soal tersebut dinyatakan tidak valid dan telah dihilangkan dari instrumen. Butir soal yang dinyatakan tidak valid dikeluarkan dari proses pengumpulan data karena tidak mampu mengukur capaian pembelajaran secara akurat dan konsisten. Dengan demikian, instrumen akhir yang digunakan dalam penelitian ini hanya terdiri dari butir-butir soal yang valid, sehingga diharapkan mampu menghasilkan data yang sah dan dapat dipercaya.

4. Uji Reliabilitas Instrumen Test

Uji reliabilitas adalah prosedur yang dipergunakan untuk menilai sejauh mana hasil pengukuran dari suatu instrumen (seperti kuesioner atau tes) dapat diandalkan dan konsisten ketika digunakan dalam situasi yang sama. Menurut Sugiono (2015), uji reliabilitas berfungsi untuk menjamin bahwa instrumen penelitian memberikan output yang stabil dan dapat diandalkan secara berkelanjutan. Dalam penelitian ini digunakan rumus Cronbach's Alpha:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (\text{Sugiono, 2015})$$

Dimana:

α = Koefisien reliabilitas

k = Jumlah item dalam instrumen

$s_i^2 s_i^2$ = Varians skor setiap item

$s_t^2 s_t^2$ = Varians total

Tabel 3. 16 Kriteria Reliabilitas Tes

Rentang Nilai	Klasifikasi
$\alpha < 0,50$	Reliabilitas rendah
$0,50 < \alpha < 0,70$	Reliabilitas sedang
$\alpha > 0,70$	Reliabilitas cukup
$\alpha > 0,80$	Reliabilitas kuat
$\alpha > 0,90$	Reliabilitas sangat tinggi/ sempurna

(Arikunto, 2012)

Analisis reliabilitas instrumen tes dilakukan menggunakan software SPSS dengan hasil disajikan dalam Tabel 3.17.

Tabel 3. 17 Hasil uji analisis reliabilitas instrumen tes

Bentuk soal	ri	Klasifikasi
Pilihan Ganda	0.7436	Reliabilitas cukup
Essai	0.6316	Reliabilitas sedang

Hasil uji menunjukkan bahwa bentuk soal pilihan ganda memperoleh nilai koefisien reliabilitas sebesar 0,7436, yang tergolong dalam kategori “reliabilitas cukup”. Artinya, soal pilihan ganda sudah memiliki tingkat keandalan yang layak dan mampu memberikan hasil yang relatif konsisten dalam mengukur kompetensi peserta didik. Meskipun belum mencapai reliabilitas tinggi, nilai ini menunjukkan bahwa instrumen cukup stabil untuk digunakan dalam evaluasi pembelajaran.

Sementara itu, bentuk soal esai menghasilkan nilai reliabilitas sebesar 0,6316, yang termasuk dalam kategori “reliabilitas sedang”. Nilai ini masih dapat diterima, namun ada potensi variasi penilaian yang lebih tinggi, baik dari sisi subjektivitas dalam pemberian skor maupun dari perbedaan pemahaman responden terhadap pertanyaan. Hal ini wajar terjadi dalam soal uraian, terutama jika rubrik penilaiannya belum terstandar secara ketat. Secara keseluruhan, kedua bentuk soal menunjukkan reliabilitas yang memadai. Namun, untuk peningkatan mutu instrumen ke depan, disarankan agar dilakukan peninjauan terhadap redaksi soal, konsistensi rubrik penilaian esai, dan uji coba lanjutan untuk meningkatkan kestabilan pengukuran.

5. Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Test

Pengujian ini diperlukan untuk menjamin bahwa butir soal yang digunakan dalam evaluasi mampu mengukur kemampuan peserta secara akurat. Nilai tingkat kesukaran suatu soal dapat diperoleh melalui perhitungan menggunakan rumus berikut:

$$P = \frac{B}{JS} \quad (\text{Arikunto, 2012})$$

Keterangan:

P = Indeks kesukaran

B = Banyaknya siswa yang menjawab soal dengan benar

JS = Jumlah seluruh siswa peserta tes

Tabel 3. 18 Indeks Tingkat Kesukaran

Rentang Nilai	Klasifikasi
$TK < 0,30$	Sukar
$0,30 \leq TK \leq 0,70$	Sedang
$TK > 0,70$	Mudah

(Arikunto, 2012)

Analisis tingkat kesukaran instrumen tes dilakukan menggunakan software SPSS dengan hasil disajikan dalam Tabel 3.19.

Tabel 3. 19 Rekapitulasi hasil uji tingkat kesukaran instrumen test

No. Soal	N (Valid)	Mean (Tingkat Kesukaran)	Kategori
Soal 1	27	0.3704	Sukar
Soal 2	27	0.5556	Sedang
Soal 3	27	0.5926	Sedang
Soal 5	27	0.7407	Mudah
Soal 6	27	0.7778	Mudah
Soal 7	27	0.7037	Mudah
Soal 8	27	0.8889	Mudah
Soal 11	27	0.7778	Mudah
Soal 12	27	0.5926	Sedang
Soal 13	27	0.7778	Mudah
Soal 14	27	0.7037	Mudah
Soal 15	27	0.5556	Sedang

Hasil analisis tingkat kesukaran menunjukkan bahwa sebagian besar soal berada pada kategori mudah hingga sedang, yang mengindikasikan bahwa secara umum peserta didik mampu memahami dan menjawab soal dengan baik. Hal ini juga mencerminkan bahwa materi yang diujikan telah cukup familiar bagi siswa, atau proses pembelajaran sebelumnya berlangsung efektif. Namun, terdapat satu

butir soal yang tergolong sukar, yang berpotensi menjadi perhatian khusus. Soal dengan tingkat kesukaran sukar ini bisa disebabkan oleh redaksi soal yang menyesatkan, tingkat kognitif yang terlalu tinggi, atau kurangnya pemahaman siswa terhadap materi yang ditanyakan. Soal tersebut perlu ditinjau kembali untuk mengetahui apakah memang terlalu sulit atau ada aspek teknis lain yang memengaruhi.

Secara keseluruhan, penyebaran tingkat kesukaran soal cukup seimbang, dengan dominasi soal kategori mudah dan sedang. Kondisi ini mendukung tujuan evaluasi formatif untuk mengukur ketercapaian kompetensi secara menyeluruh, namun tetap diperlukan variasi tingkat kesukaran untuk menjaga daya beda antar siswa.

6. Uji Daya Beda Instrumen Test

Uji daya pembeda merupakan teknik yang digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana suatu butir soal mampu mengklasifikasikan peserta didik berdasarkan kemampuan tinggi dan rendah. Rumus yang diaplikasikan menghitung daya pembeda:

$$DP = \frac{BA-BB}{JA} \quad (\text{Arikunto, 2012})$$

Keterangan:

BA = Jumlah siswa kelompok atas yang menjawab benar

BB = Jumlah siswa kelompok bawah yang menjawab benar

JA = Jumlah siswa dalam kelompok atas

Untuk menafsirkan daya pembeda butir soal dapat dilihat pada Tabel 3.20 dibawah ini

Tabel 3. 20 Rentang Nilai Daya Pembeda

Rentang Nilai	Klasifikasi
0,00-0,19	Sangat rendah
0,20-0,39	rendah
0,40-0,59	sedang
0,60-0,79	tinggi

Rentang Nilai	Klasifikasi
0,80-1,00	Sangat tinggi

(Arikunto, 2012)

Analisis daya beda instrumen tes dilakukan menggunakan software SPSS dengan hasil disajikan dalam Tabel 3.21.

Tabel 3. 21 Rekapitulasi hasil uji daya beda instrumen tes

Nomor Soal	Rata-rata kelompok atas	Rata-rata kelompok bawah	Daya beda	Kategori
1	0.46	0.29	0.18	Sangat Rendah
2	0.92	0.57	0.35	Rendah
3	0.85	0.71	0.13	Sangat Rendah
4	0.85	0.64	0.20	Rendah
5	1.00	0.57	0.43	Sedang
6	0.85	0.57	0.27	Rendah
7	0.92	0.86	0.07	Sangat Rendah
8	0.92	0.64	0.28	Rendah
9	0.85	0.36	0.49	Sedang
10	0.85	0.71	0.13	Sangat Rendah
11	0.85	0.57	0.27	Rendah
12	0.92	0.21	0.71	Sedang

Hasil uji daya beda menunjukkan bahwa kualitas butir soal masih cukup bervariasi. Sebagian besar soal memiliki daya beda dalam kategori rendah hingga sangat rendah, yang menunjukkan bahwa soal-soal tersebut belum mampu secara efektif membedakan antara peserta didik yang berkemampuan tinggi dan rendah. Hanya beberapa soal yang mencapai kategori sedang, sementara tidak ada yang masuk kategori tinggi. Kondisi ini mengindikasikan perlunya revisi terhadap sebagian besar butir soal untuk meningkatkan kemampuan diskriminatifnya.

3.4 Prosedur Analisis Data

Data yang berhasil diperoleh dianalisis melalui sejumlah analisis guna menjawab masalah penelitian dan menguji kebenaran hipotesis yang telah dirumuskan. Prosedur analisis data mencakup analisis deskriptif, analisis uji prasyarat, dan analisis inferensial. Analisis dimulai dengan tahap deskriptif agar dapat memaparkan kondisi umum data yang dikumpulkan.

3.4.1 Analisis Deskriptif

Menurut Sugiono (2015) analisis deskriptif merupakan salah satu cara untuk menganalisis data yang dimaksudkan untuk mengilustrasikan atau mendeskripsikan data dalam wujud asli, tanpa bermaksud menarik kesimpulan yang berlaku secara umum (generalisasi). Dalam analisis deskriptif, data yang diperoleh diringkas, dipaparkan, dan diinterpretasikan berdasarkan fakta yang ada. Pada analisis ini data deskriptif digunakan untuk mengetahui status variable, sementara statistik deskriptif digunakan untuk menghitung persentase setiap indikator penelitian.

$$TCR = \frac{\text{Skor rata-rata}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\% \quad (\text{Sternberg et al., 2022})$$

Keterangan:

TCR : Persentase ketercapaian (*Total Criterion Reference*).

Skor Rata-Rata : Nilai rata-rata yang diperoleh dari data.

Skor Maksimal : Nilai maksimum yang mungkin dicapai (nilai tertinggi yang diharapkan).

100% : Faktor pengali untuk mendapatkan persentase.

Analisis ini digunakan untuk menjawab rumusan masalah kesatu dan kedua dijelaskan lebih rinci sebagai berikut:

a. Keterlaksanaan pembelajaran

Teknik analisis data yang digunakan adalah analisis rata-rata. Pendekatan ini dilakukan dengan menjumlahkan skor dari setiap aspek yang diamati, kemudian membaginya dengan jumlah seluruh aspek penilaian untuk memperoleh nilai rata-rata keterlaksanaan. Selanjutnya, hasil rata-rata tersebut dikategorikan ke dalam tingkat keterlaksanaan tertentu berdasarkan klasifikasi yang tercantum pada Tabel 3.22.

Tabel 3. 22 Kategorisasi keterlaksanaan pembelajaran

Skor	Kriteria
0%-20%	Sangat Kurang Baik
21%-40%	Kurang Baik
41%-60%	Cukup Baik

Skor	Kriteria
61%-80%	Baik
81%-100%	Sangat Baik

(Arikunto, 2012)

b. Angket respon siswa

Teknik analisis data terhadap angket respon siswa menggunakan analisis deskriptif kuantitatif dengan pendekatan rata-rata persentase. Artinya, skor dari dihitung memperoleh persentase. Persentase tersebut kemudian dikategorikan ke dalam klasifikasi tingkat respon siswa. Adapun pengkategorian respon siswa digunakan kategori yang ditampilkan pada Tabel 3.23.

Tabel 3. 23 Kategori persentase respon siswa

Rentang Persentase	Kategori Respon
81% – 100%	Sangat Baik
61% – 80%	Baik
41% – 60%	Cukup
21% – 40%	Kurang
0% – 20%	Sangat Kurang

(Arikunto, 2012)

c. Analisis hasil tes

Analisis terhadap hasil tes dilakukan untuk menilai kemampuan berpikir kritis siswa melalui perbandingan skor *pretest* dan *posttest*. Penilaian ini bertujuan mengetahui sejauh mana pembelajaran mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, mengingat instrumen soal telah disusun sesuai dengan level kognitif yang tepat untuk mengukur kemampuan tersebut. Mengacu pada panduan pembelajaran dan asesmen kurikulum, siswa dianggap tuntas apabila mencapai atau melampaui kriteria ketuntasan tujuan pembelajaran. Untuk menafsirkan siswa tuntas dalam hasil test yang menurut Panduan Pembelajaran dan Asesmen Kurikulum Merdeka 2024 angka kuantitatif disajikan pada Tabel 3.24.

Tabel 3. 24 Klasifikasi Angka Kuantitatif Hasil Test

Rentang Nilai	Kategori	Penjelasan Singkat
0 – 60	Perlu Bimbingan	Perlu perhatian dan pendampingan lebih lanjut untuk memahami materi.
61 – 70	Cukup	Pemahaman dasar sudah ada, namun masih perlu peningkatan.
71 – 80	Baik	Sudah memahami materi dengan baik dan mampu mengaplikasikannya.
81 – 100	Sangat Baik	Pemahaman sangat baik, mampu menunjukkan penguasaan materi secara optimal.

(Kemendikbudristek, 2024)

3.4.2 Uji Prasyarat Analisis

Analisis data adalah proses pengolahan dan penyusunan data secara sistematis dengan tujuan agar informasi yang diperoleh dapat dipahami secara menyeluruh, baik oleh peneliti maupun oleh pihak lain yang membaca hasil penelitian. (Sugiono, 2015). Uji prasyarat analisis adalah serangkaian pengujian statistik yang dilaksanakan guna memastikan kesesuaian data dengan asumsi yang telah ditetapkan atau syarat tertentu sebelum dilakukan analisis statistik lebih lanjut, seperti uji parametrik. Uji ini penting agar hasil analisis valid dan dapat diinterpretasikan dengan tepat.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menentukan apakah data yang diperoleh berasal dari populasi yang berdistribusi normal atau sebaliknya. Pengujian ini menjadi langkah penting sebagai syarat awal dalam penerapan analisis statistik parametrik, sehingga dapat dipastikan bahwa data memenuhi asumsi distribusi normal. Metode yang digunakan untuk menguji normalitas data adalah *Uji Shapiro–Wilk* karena metode ini lebih akurat dan sensitif untuk ukuran sampel kecil hingga menengah ($n < 50$ atau $n < 100$) (Ghasemi & Zahediasl, 2012). Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{Field, 2024})$$

Keterangan:

W = nilai statistik *Shapiro–Wilk*

x_i = data ke- i yang telah diurutkan (order statistics)

$\bar{x}$ = rata-rata dari seluruh data

a_i = konstanta (koefisien) yang diperoleh dari kovarians dan rata-rata distribusi normal

n = jumlah sampel

Nilai W kemudian dibandingkan dengan distribusi nilai kritis yang telah ditetapkan. Dalam SPSS, nilai ini langsung dikonversi menjadi nilai signifikansi (Sig./p-value). Pengujian dilakukan pada taraf signifikansi (α) 5%.

2. Uji Homogenitas Data

Pada tahap ini, peneliti berupaya mengetahui apakah data dari kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki keseragaman varians. Oleh karena itu, dilakukan uji homogenitas untuk menilai kesamaan varians antar kelompok. Pelaksanaan uji homogenitas dalam penelitian ini dimaksudkan untuk memastikan bahwa kedua kelompok berada pada kondisi awal yang sebanding dalam hal distribusi data. Digunakan *Levene's Test*, dengan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{N-k}{k-1} \cdot \frac{\sum_{i=1}^k ni(Z_i - Z_{..})^2}{\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k ni(Z_{ij} - Z_i)^2} \quad (\text{Field, 2024})$$

Keterangan:

W = nilai statistik uji Levene

k = jumlah kelompok

N = total jumlah data semua kelompok

ni = jumlah data pada kelompok ke- i

Z_{ij} = yaitu nilai absolut dengan rata-rata atau median kelompok ke- i

Z_i = rata-rata dari nilai Z_i pada kelompok ke- i

$Z_{..}$ = rata-rata dari semua nilai Z_i

Pengambilan keputusan terhadap hasil tes peserta didik dilakukan dengan mengacu pada klasifikasi skor kuantitatif sebagaimana disajikan pada Tabel 3.25.

Tabel 3. 25 Kriteria Homogenitas

Katagori	Kriteria
$F_{hitung} < F_{tabel}$	Homogen
$F_{tabel} < F_{hitung}$	Tidak Homogen

(Sugiono, 2015)

3.4.3 Uji N-Gain

Analisis Normal Gain (*N-Gain*) menjadi metode evaluasi yang digunakan untuk menilai derajat kemajuan hasil belajar siswa pasca mengikuti suatu intervensi pembelajaran. Teknik ini menyandingkan skor awal (*pretest*) dengan skor akhir (*posttest*) guna menentukan peningkatan yang terjadi. Penerapan *N-Gain* berguna untuk menghindari bias dalam proses pengambilan kesimpulan. Rumus perhitungsn nilai *N-Gain* yang digunakan sebagai berikut:

$$N - Gain = \frac{Skor\ Posttest - skor\ pretest}{Skor\ Maksimal\ Ideal - Skor\ Prtest} \quad (Hake, 1998)$$

Keterangan:

Skor *Pretest*: Nilai rata-rata sampel pada *pretest*

Skor *Posttest*: Nilai rata-rata nilai sampel pada *posttest*

Skor maksimal: Nilai tertinggi yang mungkin dicapai

Kriteria klasifikasi gain ternormalisasi digunakan dalam interpretasi hasil analisis peningkatan. Klasifikasi tersebut disajikan pada Tabel 3.26 berikut:

Tabel 3. 26 Klasifikasi N-Gain

Koefisien normalisasi gain	Klasifikasi
$g < 0,3$	Rendah
$0,3 \leq g < 0,7$	Sedang
$g \geq 0,7$	Tinggi

(Hake, 1998)

3.4.4 Uji Hipotesis Uji-t

Analisis data dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS versi 25, dan terdiri atas dua jenis uji-t, yaitu:

a. Uji Paired Sample t-test

Uji Paired Sample t-Test dijalankan untuk menganalisis adanya perbedaan atau peningkatan hasil belajar dalam satu kelompok, dengan cara membandingkan nilai *pretest* dan *posttest* pada masing-masing kelas, baik kelas kontrol maupun kelas eksperimen. Uji ini digunakan karena data yang dibandingkan berasal dari responden yang sama (satu kelompok diuji dua kali), sehingga tidak diperlukan uji homogenitas (Sugiono, 2015). Fokus pengujian adalah apakah terdapat selisih yang signifikan antara nilai *pra* dan *pasca* pemberian *treatment*. Rumus Paired t-Test (Santoso, 2017) :

$$t = \frac{\bar{d}}{\frac{sd}{\sqrt{n}}} \quad (\text{Santoso, 2017})$$

Keterangan:

$\bar{d}$ = rata-rata selisih antara *posttest* dan *pretest*

Sd = standar deviasi dari selisih

n = jumlah siswa

Kriteria pengambilan keputusan:

Jika Sig. (2-tailed) < 0,05 → terdapat peningkatan signifikan

Jika Sig. ≥ 0,05 → tidak terdapat peningkatan signifikan

b. Uji Independent Sample t-Test

Uji-t independent digunakan untuk mengidentifikasi adanya perbedaan hasil belajar antar dua kelompok berbeda, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Uji ini digunakan nilai *posttest*. Sebelum menggunakan uji-t independen, terlebih dahulu dilakukan uji homogenitas varians menggunakan *Levene's Test*. Jika varians tidak homogen (Sig. < 0,05) maka digunakan asumsi *equal variances not assumed* (Ghozali, 2018).

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad (\text{Ghozali, 2018})$$

Keterangan:

$\bar{x}_1 \bar{x}_2$ = rata-rata nilai kelompok 1 dan 2

$s_1^2 s_2^2$ = varians masing-masing kelompok

$n_1 n_2$ = jumlah sampel tiap kelompok

Derajat kebebasan dihitung dengan rumus *Welch-Satterthwaite*:

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

Jika nilai signifikansi $< 0,05$, maka tidak terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis antara siswa yang mengikuti pembelajaran dengan strategi CPS berbasis STEM dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional di kelas XI DPIB SMK Negeri 1 Sumedang.

Jika nilai signifikansi $\geq 0,05$, maka terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan berpikir kritis antara siswa yang mengikuti pembelajaran dengan strategi CPS berbasis STEM dan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional di kelas XI DPIB SMK Negeri 1 Sumedang.