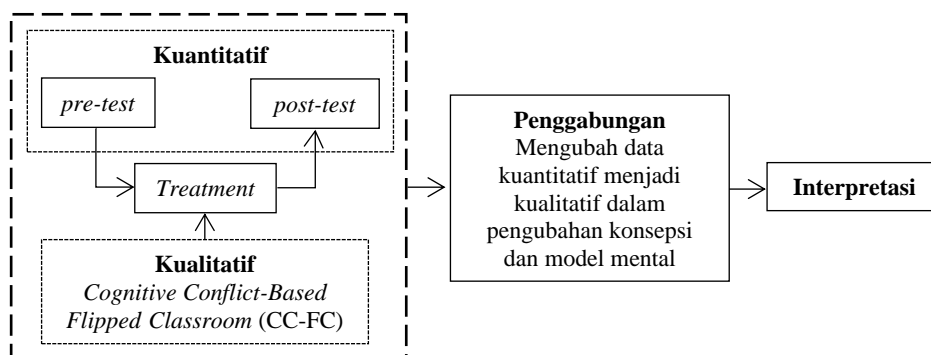


BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metode dan Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah *mixed methods* atau metode penelitian campuran. Metode penelitian campuran melibatkan pengumpulan data kuantitatif dan kualitatif, penggabungan dua bentuk data, dan penggunaan rancangan berbeda (Creswell, 2014). Penggunaan metode penelitian campuran dilakukan supaya diperoleh data yang lebih baik untuk menjawab permasalahan penelitian. Metode penelitian kuantitatif digunakan untuk mengetahui persentase perubahan konsepsi dan model mental peserta didik setelah diterapkannya *Cognitive Conflict-Based Flipped Classroom (CC-FC)*, sedangkan metode kualitatif digunakan untuk mengetahui karakteristik *Cognitive Conflict-Based Flipped Classroom (CC-FC)*, serta proses perubahan konsepsi dan pemetaan model mental peserta didik.

Desain penelitian yang digunakan adalah *embedded mixed methods*. Desain *embedded mixed methods* menggabungkan antara metode penelitian kuantitatif dan kualitatif secara bersamaan. Proses penelitian dengan desain *embedded mixed methods* digambarkan seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Desain *Embedded Mixed Method*

Pada Gambar 3.1, dapat dilihat bahwa data kuantitatif diperoleh berdasarkan hasil tes untuk *pre-*, *post-*, dan *post-test*. Data kualitatif diperoleh pada bagian awal penelitian yaitu Rancangan Proses Pembelajaran (RPP). Selain itu, data kualitatif

juga diperoleh ketika proses pembelajaran berdasarkan jawaban peserta didik pada instrument tes diagnostik menggunakan *four - tier*. Selanjutnya, proses perubahan konsepsi dan model mental juga digunakan sebagai analisis data kualitatif. Data kuantitatif dan kualitatif yang didapatkan dari penelitian digunakan secara bersamaan untuk menginterpretasikan hasil.

3.2. Populasi dan Sampel

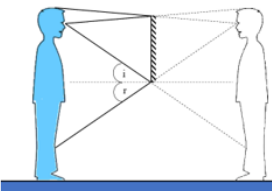
Populasi dari penelitian adalah peserta didik yang berada pada kelas XI IPA di salah satu SMA Negeri di kabupaten Subang. Sampelnya adalah satu kelas XI berjumlah 30 peserta didik (7 peserta didik laki-laki dan 23 peserta didik perempuan, dengan rentang usia 16-17 tahun). Sampel mendapatkan pembelajaran dengan menggunakan *Cognitive Conflict-Based Flipped Classroom* (CC-FC) pada materi optika geometri. Sampel dipilih dengan teknik *cluster random sampling*, yaitu pemilihan sampel secara acak karena populasi dibagi menjadi kelompok-kelompok (Pu et al., 2016; Taherdoost, 2020; Mansour, 2020). Pada penelitian ini, populasi terdiri dari empat kelompok yang selanjutnya dipilih satu kelompok secara acak.

3.3. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Pada penelitian ini, instrumen yang digunakan berupa instrumen tes dan non tes. Instrumen tes berupa tes diagnostik digunakan untuk mengidentifikasi konsepsi dan model mental peserta didik. Tes dikembangkan dari prosedur yang dilakukan oleh Kaltakci-Gurel (2017) sehingga menghasilkan *Diagnostic Test on Geometrical Optics* (DT-GO). Pada tahap awal, sebagian tes yang diambil dari Kaltakci-Gurel (2017) diterjemahkan dari bahasa Inggris ke bahasa Indonesia, dan sebagian lagi diambil dan disesuaikan dengan temuan dilapangan terkait miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik. Kemudian, soal yang dipilih terlebih dahulu disesuaikan dengan materi Optika Geometri yang tertera pada kurikulum. Selanjutnya, tes dikembangkan menjadi *two-tier* dengan tingkat pertama merupakan pilihan ganda biasa dan tingkat kedua merupakan alasan dalam bentuk *open-ended test*. Peserta didik mengisi alasan untuk pilihan jawaban pada tingkat pertama. Jawaban peserta

didik tersebut dikumpulkan, kemudian alasan yang paling banyak dijadikan sebagai pilihan alasan pada *four-tier test*, sebagai keperluan *pre-test*, dan *post-test*. Salah satu pengembangan tes tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.

1.1 Budi berdiri pada jarak 2 m di depan cermin (*cermin menempel ditembok dan dibuat tetap*). Budi dapat melihat bayangan hanya dari atas kepala hingga sebagian kaki, dan bagian bawah cermin memotong sisa bayangan Budi (seperti terlihat pada gambar 1).



Gambar 1. Pembentukan bayangan pada cermin datar

Upaya yang dapat dilakukan Budi (gerakan badan) supaya bayangan seluruh tubuhnya dari atas kepala sampai ujung kaki dapat terlihat adalah

- Berjalan maju beberapa langkah lebih dekat ke cermin.
- Mundur beberapa langkah lebih jauh dari cermin.
- Bergeser beberapa langkah ke samping kiri dari cermin.
- Bergeser beberapa langkah ke samping kanan dari cermin.
- Upaya apapun tidak akan bisa melihat seluruh bagian tubuh.

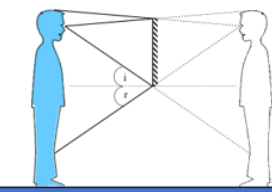
1.2 Alasan untuk jawaban soal 1.1:

.....

.....

.....

1.1 Budi berdiri pada jarak 2 m di depan cermin (*cermin menempel ditembok dan dibuat tetap*). Budi dapat melihat bayangan hanya dari atas kepala hingga sebagian kaki, dan bagian bawah cermin memotong sisa bayangan Budi (seperti terlihat pada gambar 1).



Gambar 1. Pembentukan bayangan pada cermin datar

Upaya yang dapat dilakukan Budi (gerakan badan) supaya bayangan seluruh tubuhnya dari atas kepala sampai ujung kaki dapat terlihat adalah

- Berjalan maju beberapa langkah lebih dekat ke cermin.
- Mundur beberapa langkah lebih jauh dari cermin.
- Bergeser beberapa langkah ke samping kiri dari cermin.
- Bergeser beberapa langkah ke samping kanan dari cermin.
- Upaya apapun tidak akan bisa melihat seluruh bagian tubuh.

1.2 Apakah Anda yakin dengan jawaban Anda untuk soal 1.1?

- Yakin
- Tidak yakin

1.3 Alasan untuk jawaban soal 1.1:

- Saat bergerak lebih dekat ke cermin datar sudut datang (i) akan semakin besar sehingga hanya sebagian kecil dari anggota tubuh yang akan terlihat, dan saat menjauhi cermin datar sudut datang (i) akan semakin besar sehingga perlahan seluruh bagian tubuh akan terlihat.
- Saat mendekati atau menjauhi cermin datar, ukuran bayangan akan sama. Ukuran bayangan didalam cermin datar yang dapat terlihat tidak ada kaitannya dengan ukuran cermin.
- Saat mendekati atau menjauhi cermin datar, ukuran bayangan akan tetap sama secara proporsional. Ukuran bayangan pada cermin datar yang dapat terlihat ada dalam kaitannya dengan ukuran cermin datar.
- Saat bergerak lebih dekat ke cermin datar sudut datang (i) akan semakin kecil sehingga perlahan seluruh tubuh akan terlihat, dan saat menjauhi cermin datar sudut datang (i) akan semakin besar sehingga hanya sebagian kecil dari anggota tubuh yang akan terlihat.
- Saat mendekati atau menjauhi cermin datar, ukuran bayangan akan berbeda. Ukuran bayangan di dalam cermin datar yang dapat terlihat ada dalam kaitannya dengan ukuran cermin datar.

1.4 Apakah Anda yakin dengan jawaban Anda untuk soal 1.3?

- Yakin
- Tidak yakin

*Instrument
two tier*

*Instrument
four tier*

Gambar 3. 2 Pengembangan Intrumen *four-tier*

Pada Gambar 3.2, dapat dilihat bahwa sebelum diperoleh soal berbentuk *four tier*, alasan untuk jawaban *tier 1* dibuat secara *open ended* atau jawaban terbuka. Hal tersebut dilakukan untuk mengidentifikasi konsepsi awal dan model mental peserta didik. Akhirnya diperoleh soal dalam bentuk *four tier*, dimana pada tingkat pertama berupa pilihan jawaban dalam bentuk pilihan ganda, tingkat kedua merupakan tingkat keyakinan peserta didik terhadap pilihan jawaban pada tingkat pertama berupa “yakin” dan “tidak yakin”, tingkat ketiga merupakan pilihan alasan dari jawaban pada tingkat pertama, dan tingkat keempat merupakan tingkat keyakinan peserta didik terhadap pilihan alasan pada tingkat keempat berupa “yakin” dan “tidak yakin”.

Sebelum pelaksanaan pembelajaran dimulai, peserta didik melakukan *pre test* dengan instrumen *four tier test* yang sudah diujicobakan sebelumnya. Untuk mengetahui kriteria konsepsi dan model mental peserta didik yang lebih spesifik pada materi optika geometri, instrumen tersebut dikelompokkan menjadi empat sub topik. Pada setiap pertemuan membahas setiap sub topik yang sudah dikelompokkan, dengan alur pembelajaran mengikuti langkah-langkah CC-FC. Pengelompokkan instrumen soal pada setiap item diperlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1

Kelompok Sub Topik Pada Materi Optika Geometri

No	Sub topik	Nomor Item	Uraian konsep
1	Cermin datar	1, 2, 3, 4	Prinsip pembentukan bayangan pada cermin datar, Hukum pemantulan cahaya, sifat bayangan pada cermin datar, jumlah bayangan pada dua cermin datar.
2	Cermin lengkung	5, 6, 7	Prinsip pembentukan bayangan pada cermin cekung dan cembung, sinar-sinar istimewa, sifat-sifat bayangan pada cermin cekung dan cembung, analisis grafik hubungan antara jarak benda, jarak bayangan dan perbesaran.
3	Lensa lengkung	8, 9, 10, 11	Prinsip pembentukan bayangan pada lensa cembung dan cekung, sinar-sinar istimewa, sifat-sifat bayangan pada lensa cembung dan cekung, analisis grafik hubungan antara jarak benda, jarak bayangan dan perbesaran.
4	Indeks bias	12, 13, 14	Hukum pembiasan cahaya, proses pembentukan bayangan melewati dua medium yang berbeda, menganalisis sudut kritis, identifikasi nilai dari dua indeks bias medium yang berbeda.

Pada Tabel 3.1 menjelaskan tentang uraian konsep dari setiap sub topik instrumen soal yang akan diberikan pada peserta didik. Sebelum digunakan untuk penelitian, dilakukan uji coba instrumen terlebih dahulu. Instrumen disebar

kepada 96 peserta didik, dengan jumlah soal sebanyak 14 item yang terdiri dari empat sub materi yaitu (1) pemantulan (refleksi) pada cermin datar (2) cermin lengkung (cekung dan cembung), (3) pembiasan (refraksi) pada lensa lengkung (cembung dan cekung) dan (4) tentang indeks bias bahan. Setelah itu, dilakukan analisis instrumen yang meliputi uji validitas, reliabilitas tingkat kesulitan dan daya pembeda. Pengujian instrumen dilakukan dengan menggunakan Rasch analisis. Instrumen non tes yang digunakan adalah angket tanggapan peserta didik terhadap Penerapan *Cognitive Conflict-Based Flipped Classroom* (CC-FC) dan lembar validasi RPP. Angket peserta didik dalam bentuk pernyataan positif dan negatif dengan menggunakan skala linkert dengan jawaban tertutup, sehingga responden hanya perlu memilih jawaban yang telah tersedia yaitu ‘sangat setuju’, ‘setuju’, ‘tidak setuju’, dan ‘sangat tidak setuju’.

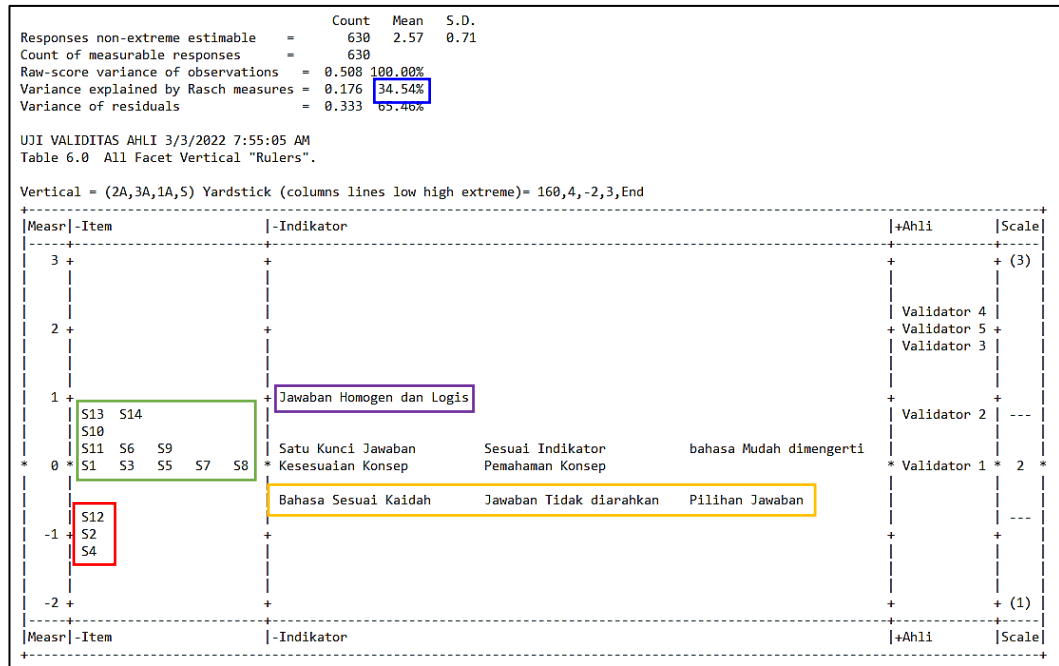
3.4. Pengujian Instrumen

3.4.1. Uji Validitas

3.4.1.1. Validitas Isi (*Judgement Ahli*)

Uji validitas isi dilakukan kepada lima ahli (tiga dosen dan dua guru), yang meliputi sembilan indikator validasi (Lampiran A.2). Setiap ahli memberi validasi berupa “valid tanpa revisi” (VTR), “valid dengan revisi” (VR), dan “tidak valid” (TV). Valid tanpa revisi diberi skor 3, valid dengan revisi diberi skor 2, dan tidak valid diberi skor 1. Selanjutnya, hasil validasi isi diolah dengan menggunakan multirater (uji Rater) dengan software Facets. Adapun hasil uji validitas isi ditunjukkan Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.

Berdasarkan Gambar 3.3. dapat dilihat bahwa rata-rata dari *variance explained by rasch measures* sebesar 34,54 % yang artinya instrumen tersebut dapat dikatakan valid, karena rata-rata dari *variance explained by rasch measures* melebihi 20 % (Sumintono, 2018). Soal yang paling baik berdasarkan validasi ahli ini yaitu pada nomor 13 dan 14, karena hampir semua kategori indikator terpenuhi. Sedangkan soal nomor 12, 2 dan 4 disarankan untuk direvisi karena rata-rata kategori indikator tidak terpenuhi. Kemudian, indikator yang paling baik dari semua soal yaitu pada kategori “pilihan jawaban dan alasan homogen serta logis dari segi materi”.



Gambar 3. 3 Sebaran uji validitas ahli dan variance explained by rasch measures

Dari Gambar 3.3 juga dapat dijelaskan indikator validasi yang kurang baik dari setiap soal yaitu pada kategori menggunakan bahasa, jawaban tidak diarahkan dan pilihan jawaban. Kemudian dari kategori ahli, terlihat urutan validator yang gampang memberikan penilaian sampai kepada validator yang sulit memberikan penilaian yaitu mulai dari validator 4, 5, 3, 2, dan 1.

UJI VALIDITAS AHLI 3/3/2022 7:55:05 AM
Table 7.2.2 Item Measurement Report (arranged by FN).

Total Score	Total Count	Obsvd Average	Fair(M) Average	Model Measure	Infit S.E.	Outfit MnSq	ZStd	Estim. MnSq	Correlation PtMea	PtExp	Nu Item
105	45	2.33	2.44	.68	.23	.65	-1.8	.54	.79	.60	14 S14
112	45	2.49	2.62	.30	.24	.76	-1.1	.56	.74	.57	9 S9
108	45	2.40	2.52	.53	.23	.65	-1.8	.56	.77	.59	10 S10
117	45	2.60	2.73	-.01	.26	.95	-.1	.57	.68	.53	7 S7
106	45	2.36	2.46	.63	.23	.72	-1.4	.62	.72	.60	13 S13
114	45	2.53	2.67	.18	.25	.81	-.8	.65	.69	.56	11 S11
125	45	2.78	2.87	-.66	.32	.76	-.6	1.28	.33	.43	12 S12
117	45	2.60	2.73	-.01	.26	.97	.0	1.02	.43	.53	1 S1
127	45	2.82	2.90	-.88	.35	.97	.0	1.04	.23	.39	2 S2
129	45	2.87	2.93	-1.16	.40	1.07	.2	.96	.31	.35	4 S4
118	45	2.62	2.75	-.08	.26	1.07	.3	1.33	.68	.52	8 S8
116	45	2.58	2.71	.06	.25	1.15	.7	1.41	.45	.26	3 S3
112	45	2.49	2.62	.30	.24	1.79	3.0	1.37	.67	.32	6 S6
115	45	2.56	2.69	.12	.25	1.87	3.1	1.35	.80	.34	5 S5
115.8	45.0	2.57	2.69	.00	.27	1.01	.0	.95	.50		Mean (Count: 14)
7.1	.0	.16	.14	.53	.05	.37	1.5	.34	.21		S.D. (Population)
7.3	.0	.16	.15	.55	.05	.38	1.5	.35	.22		S.D. (Sample)

Model, Populn: RMSE .27 Adj (True) S.D. .45 Separation 1.66 Strata 2.55 Reliability .73
 Model, Sample: RMSE .27 Adj (True) S.D. .48 Separation 1.75 Strata 2.66 Reliability .75
 Model, Fixed (all same) chi-squared: 40.9 d.f.: 13 significance (probability): .00
 Model, Random (normal) chi-squared: 9.8 d.f.: 12 significance (probability): .64

Gambar 3. 4 Outfit MnSq, ZStd, and Correlation PtMea

Berdasarkan gambar 3.4, semua soal pada *Outfit MnSq* berada pada rentang 0,5 sampai dengan 1,5. Untuk *ZStd* rentang nilai berada diantara – 2 sampai dengan 2. Sedangkan pada *Correlation PtMea* terdapat 6 soal yang berada di bawah 0,4 yaitu pada soal nomor 2, 3, 4, 5, 6, dan 8. Sisa nya berada pada rentang 0,4 sampai 0,85. Berdasarkan hasil tersebut, maka terdapat delapan soal yang memiliki kategori sangat sesuai yaitu pada soal nomor 1, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14. Sedangkan enam soal sisanya memiliki kategori sesuai.

3.4.1.2. Validitas Konstruk (*Unidimensionalitas*)

Validitas merupakan ukuran yang menunjukkan tingkat ketepatan suatu tes. Tes yang valid merupakan tes yang dapat mengukur apa yang seharusnya diukur. Validitas konstruk juga dikenal dengan istilah *unidimensionalitas* pada Rasch model (Sumintono, 2018; Lestari & Samsudin, 2020; Hidayat et al., 2022). Uji validitas berdasarkan *item dimensionality* dengan melihat nilai *raw variance explained by measures* dan *unexplained variance 1st contrast*. Persyaratan unidimensionalitas untuk nilai *raw variance explained by measures* ditunjukkan Tabel 3.1. Sedangkan untuk nilai *eigen* pada *unexplained variance 1st contrast* harus kurang dari 3, dan nilai *observed* pada *unexplained variance 1st contrast* harus kurang dari 15%. *Eigenvalues* didasarkan ada persamaan karakteristik sebagai berikut.

$$\det(A - \lambda I) = 0 \quad (3.1)$$

dengan:

A = matriks korelasi

λ = *eigenvalue*

I = matriks identitas

Apabila syarat ini tidak terpenuhi, maka terdapat item soal yang bermasalah sehingga tidak dapat mengukur apa yang seharusnya diukur.

Tabel 3. 2

Interpretasi *Unidimensionalitas Instrumen*

Interpretasi	Nilai <i>Raw Variance Explain by Measures</i>
Terpenuhi	>20%
Sesuai	>40%
Istimewa	>60%

Adapun hasil dari pengolahan validitas konstruk menggunakan *software* Winstep 4.4.5 ditunjukkan pada Gambar 3.5 berikut :

INPUT: 96 PERSON 14 ITEM REPORTED: 96 PERSON 14 ITEM 5 CATS WINSTEPS 4.4.5			

Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance in Eigenvalue units = ITEM information units			
	Eigenvalue	Observed	Expected
Total raw variance in observations =	23.5997	100.0%	100.0%
Raw variance explained by measures =	9.5997	40.7%	40.0%
Raw variance explained by persons =	1.9604	8.3%	8.2%
Raw Variance explained by items =	7.6393	32.4%	31.9%
Raw unexplained variance (total) =	14.0000	59.3%	60.0%
Unexplnd variance in 1st contrast =	1.7193	7.3%	12.3%

Gambar 3. 5 Hasil analisis validitas konstruk

Berdasarkan analisis Rasch pada Gambar 3.5, maka kesimpulannya dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3

Hasil Pengolahan Validitas Konstruk

Raw variance explained by measures	Interpretasi	Unexplnd variance in 1st contrast		Interpretasi	Kesimpulan
		Eigenvalue	Observed		
40.7%	Sesuai	1.7193	7.3%	Terpenuhi	Valid

Dari Tabel 3.3, jika ditinjau dari nilai *raw variance explained by measures* berada pada kategori "Sesuai" karena nilainya lebih dari 40 %. Selain itu, untuk nilai *Eigenvalue* dan *Observed* berada pada kategori "terpenuhi" karena nilai kurang dari 3 dan nilai *observed* kurang dari 15%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa instrumen valid untuk digunakan sebagai instrument penelitian.

3.4.1.3. Fit Statistic

Selain validitas konstruk, validitas instrumen juga dapat ditinjau dari *fit statistic* yaitu kualitas item (kesesuaian item mengukur apa yang seharusnya diukur) dan tingkat kesulitan. Kualitas item dapat dilihat pada *item fit order* dari nilai *outfit MNSQ*, *ZSTD*, dan *PT Measur Corr*. Perumusan *outfit MNSQ* ditunjukkan pada persamaan 3.2. *Outfit statistic* mengukur rata-rata ketepatan antara data dan model ideal (Brentari & Golia, 2007; Amelia, 2012; Müller, 2020).

$$u_i = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N z_{ni}^2 \quad (3.2)$$

dengan:

u_i = *outfit statistic*

N = jumlah partisipan

z_{ni} = *standardized residual*

Adapun kriteria masing-masing adalah $0,5 < x < 1,5$ untuk *MNSQ*, $-2 < x < +2$ untuk *ZSTD*, dan $0,4 < x < 0,85$ untuk *PT Measur Corr* (Lestari & Samsudin, 2020). Interpretasi kualitas item ditunjukkan pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 4

Interpretasi Kualitas Item

Interpretasi	Kriteria
Sangat sesuai	Ketiga kriteria terpenuhi
Sesuai	Dua dari tiga kriteria terpenuhi
Kurang sesuai	Satu dari tiga kriteria terpenuhi
Tidak sesuai	Semua kriteria tidak terpenuhi

Adapun hasil dari pengolahan *fit statistic* untuk kualitas item ditunjukkan pada Gambar 3.6 berikut.

INPUT: 96 PERSON 14 ITEM REPORTED: 96 PERSON 14 ITEM 5 CATS WINSTEPS 4.4.5													
PERSON: REAL SEP.: 1.45 REL.: .68 ... ITEM: REAL SEP.: 2.12 REL.: .82													
ITEM STATISTICS: MISFIT ORDER													
ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFINIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD	PTMEASURE-AL CORR.	AL EXP.	EXACT MATCH OBS%	MATCH EXP%	ITEM
14	86	96	.06	.10	1.33	1.70	1.41	1.55	A .32	.57	43.8	47.5	S14
10	86	96	.06	.10	1.20	1.07	1.38	1.47	B .51	.57	45.8	47.5	S10
13	64	96	.33	.12	1.32	1.49	1.18	.72	C .35	.52	42.7	55.9	S13
11	110	96	-.17	.09	1.27	1.61	1.28	1.25	D .50	.59	42.7	40.9	S11
7	59	96	.40	.12	1.06	.36	1.09	.40	E .46	.51	49.0	56.6	S7
5	69	96	.26	.11	1.02	.16	1.05	.28	F .59	.54	44.8	52.8	S5
3	123	96	-.28	.09	.93	-.41	1.02	.17	G .62	.60	37.5	36.5	S3
6	73	96	.21	.11	1.01	.10	1.02	.16	g .50	.55	43.8	52.7	S6
8	124	96	-.29	.09	.95	-.28	.91	-.39	f .61	.60	34.4	36.5	S8
4	87	96	.05	.10	.86	-.76	.93	-.20	e .59	.57	51.0	47.4	S4
9	96	96	-.04	.10	.78	-1.31	.86	-.57	d .69	.58	52.1	44.9	S9
2	155	96	-.53	.08	.84	-1.23	.83	-.96	c .64	.60	34.4	31.3	S2
12	83	96	.09	.11	.82	-.95	.77	-.91	b .65	.56	53.1	47.4	S12
1	106	96	-.14	.10	.68	-2.11	.57	-2.23	a .78	.59	33.3	41.1	S1
MEAN	94.4	96.0	.00	.10	1.01	.0	1.02	.1			43.5	45.6	
P.SD	25.8	.0	.25	.01	.20	1.1	.23	1.0			6.4	7.3	

Gambar 3. 6 Fit Statistic (*Outfit MNSQ*, *ZSTD*, dan *PTMEASURE-AL CORR*)

Berdasarkan Gambar 3.6, luaran yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas instrumen adalah *outfit MNSQ*, *ZSTD*, dan *PTMEASURE-AL CORR* (kotak hijau). Sementara, hasilnya dapat dilihat dapat pada Tabel 3.5 berikut.

Tabel 3. 5

Hasil Pengolahan Kualitas Item

No Soal	Out Fit			Interpretasi
	MNSQ	ZSTD	PT-MC	
1	0.57	-2.23	0.78	Sesuai
2	0.83	-0.96	0.64	Sangat Sesuai
3	1.02	0.17	0.62	Sangat Sesuai
4	0.93	-0.20	0.59	Sangat Sesuai
5	1.05	0.28	0.59	Sangat Sesuai
6	1.02	0.16	0.50	Sangat Sesuai
7	1.09	0.40	0.46	Sangat Sesuai
8	0.91	-0.39	0.61	Sangat Sesuai
9	0.86	-0.57	0.69	Sangat Sesuai
10	1.38	1.47	0.51	Sangat Sesuai
11	1.28	1.25	0.50	Sangat Sesuai
12	0.77	-0.91	0.65	Sangat Sesuai
13	1.18	0.72	0.35	Sesuai
14	1.41	1.55	0.32	Sesuai

Berdasarkan Tabel 3.5, dapat dilihat bahwa terdapat tiga soal dengan kategori “Sesuai” (1, 13, dan 14). Hal tersebut karena pada ketiga soal tersebut hanya memenuhi dua dari tiga outfit yang ada (*outfit MNSQ*, *ZSTD*, dan *PTMEASURE-AL CORR*). Soal nomor 1 tidak memenuhi bagian *ZSTD*, sementara soal nomor 13 dan 14 tidak memenuhi bagian *PT-MC*. Sementara, terdapat 11 soal dengan kategori “Sangat Sesuai”. Sehingga, semua soal dalam hal ini dapat digunakan.

3.4.2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas pada penelitian ini menggunakan software MINISTEP 4.4.5 dengan *output Table 3.1 Summary Statistics* yang dianalisis dengan analisis Rasch. Analisis Rasch dapat menampilkan beberapa nilai reliabilitas, diantaranya adalah *person reliability*, *item reliability*, dan *Cronbach alpha*. *Person reliability* menunjukkan konsistensi jawaban peserta didik, sementara *item reliability* menunjukkan kualitas item tes, sementara *Cronbach alpha* menunjukkan nilai interaksi antara person dan item dari instrumen *four-tier* secara keseluruhan. Hasil uji reliabilitas butir soal dapat dilihat pada *output summary statistics* gambar 3.7. Interpretasi dari nilai *person reliability* dan *item reliability* pada gambar 3.7 dapat dilihat pada tabel 3.6 berikut (Sumintono, 2018; Lestari & Samsudin, 2020).

Tabel 3. 6

Interpretasi Nilai *Person* dan *Item Reliability*

Nilai <i>Person dan Item Reliability</i>	Interpretasi
$0,94 \leq \text{Nilai}$	Istimewa
$0,90 \leq \text{Nilai} < 0,94$	Bagus Sekali
$0,80 \leq \text{Nilai} < 0,90$	Bagus
$0,67 \leq \text{Nilai} < 0,80$	Cukup
$\text{Nilai} < 0,67$	Lemah

Sementara, untuk interpretasi nilai *Cronbach alpha* menurut Sumintono & Widhiarso (2018) dapat dilihat pada Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3. 7

Interpretasi Nilai *Cronbach Alpha*

Nilai α	Interpretasi
$0,8 \leq \alpha$	Bagus Sekali
$0,7 \leq \alpha < 0,8$	Bagus
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Cukup
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Jelek
$\alpha < 0,5$	Buruk

INPUT: 96 PERSON 14 ITEM REPORTED: 96 PERSON 14 ITEM 5 CATS WINSTEPS 4.4.								
SUMMARY OF 96 MEASURED PERSON								
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD
MEAN	13.8	14.0	-.76	.30	1.00	.04	1.02	.09
SEM	1.1	.0	.06	.01	.04	.09	.05	.09
P. SD	10.8	.0	.62	.11	.44	.85	.48	.84
S. SD	10.8	.0	.62	.11	.44	.85	.48	.85
MAX.	47.0	14.0	.88	.73	2.25	1.64	2.84	1.94
MIN.	2.0	14.0	-2.25	.19	.31	-2.18	.39	-2.06
REAL RMSE	.35	TRUE SD	.51	SEPARATION	1.45	PERSON RELIABILITY	.68	
MODEL RMSE	.32	TRUE SD	.53	SEPARATION	1.62	PERSON RELIABILITY	.73	
S.E. OF PERSON MEAN = .06								
PERSON RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .94								
CRONBACH ALPHA (KR-20) PERSON RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .86 SEM = 3.98								
SUMMARY OF 14 MEASURED ITEM								
	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD
MEAN	94.4	96.0	.00	.10	1.01	-.04	1.02	.05
SEM	7.2	.0	.07	.00	.06	.32	.06	.28
P. SD	25.8	.0	.25	.01	.20	1.15	.23	1.01
S. SD	26.8	.0	.26	.01	.21	1.19	.24	1.04
MAX.	155.0	96.0	.40	.12	1.33	1.70	1.41	1.55
MIN.	59.0	96.0	-.53	.08	.68	-2.11	.57	-2.23
REAL RMSE	.11	TRUE SD	.23	SEPARATION	2.12	ITEM RELIABILITY	.82	
MODEL RMSE	.10	TRUE SD	.23	SEPARATION	2.24	ITEM RELIABILITY	.83	
S.E. OF ITEM MEAN = .07								

Gambar 3. 7 Person reliability, Item reliability, dan Cronbach alpha

Kotak hijau pada Gambar 3.7 merupakan nilai *person reliability* dengan nilai 0.68 (kategori Cukup), sementara, *item reliability* memiliki skor 0.82 (Kategori Bagus). Sementara, untuk nilai *cronbach alpha* memiliki nilai 0.86 (kategori Bagus Sekali).

3.4.3. Tingkat Kesukaran

Tingkat kesukaran dapat dilihat menggunakan dua output 13 Item *Measure* pada software *Ministep*. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi nilai *MEASURE* yang dibandingkan dengan nilai Standar Deviasi yang didapat. Sementara, menurut Sumintono & Widhiarso (2018), Nilai logit 0,0 + 1SD adalah satu kelompok sukar, lebih besar dari + 1SD adalah soal sangat sukar, logit 0,0 - 1SD adalah soal mudah, dan lebih kecil dari - 1SD adalah soal sangat mudah. Hasil tersebut secara keseluruhan dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut.

Tabel 3. 8
Interpretasi Tingkat Kesukaran

Tingkat Kesukaran (TK)	Interpretasi
$SD \leq \text{Nilai TK}$	Sangat Sukar
$0,0 \leq \text{Nilai TK} < SD$	Sukar
$-SD \leq \text{Nilai TK} < 0,0$	Mudah
Nilai TK < -SD	Sangat Mudah

Adapun nilai yang didapat berdasarkan analisis Rasch dapat dilihat pada Gambar 3.8 berikut.

INPUT: 96 PERSON 14 ITEM REPORTED: 96 PERSON 14 ITEM 5 CATS WINSTEPS 4.4.5														
PERSON: REAL SEP.: 1.45 REL.: .68 ... ITEM: REAL SEP.: 2.12 REL.: .82														
ITEM STATISTICS: MISFIT ORDER														
ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PTMEASUR-CORR.	AL-EXP.	EXACT OBS%	MATCH EXP%	ITEM	
14	86	96	.06	.10	1.33	1.70	1.41	1.55	A	.32	.57	43.8	47.5	S14
10	86	96	.06	.10	1.20	1.07	1.38	1.47	B	.51	.57	45.8	47.5	S10
13	64	96	.33	.12	1.32	1.49	1.18	.72	C	.35	.52	42.7	55.9	S13
11	110	96	-.17	.09	1.27	1.61	1.28	1.25	D	.50	.59	42.7	40.9	S11
7	59	96	.40	.12	1.06	.36	1.09	.40	E	.46	.51	49.0	56.6	S7
5	69	96	.26	.11	1.02	.16	1.05	.28	F	.59	.54	44.8	52.8	S5
3	123	96	-.28	.09	.93	-.41	1.02	.17	G	.62	.60	37.5	36.5	S3
6	73	96	.21	.11	1.01	.10	1.02	.16	g	.50	.55	43.8	52.7	S6
8	124	96	-.29	.09	.95	-.28	.91	-.39	f	.61	.60	34.4	36.5	S8
4	87	96	.05	.10	.86	-.76	.93	-.20	e	.59	.57	51.0	47.4	S4
9	96	96	-.04	.10	.78	-1.31	.86	-.57	d	.69	.58	52.1	44.9	S9
2	155	96	-.53	.08	.84	-1.23	.83	-.96	c	.64	.60	34.4	31.3	S2
12	83	96	.09	.11	.82	-.95	.77	-.91	b	.65	.56	53.1	47.4	S12
1	106	96	-.14	.10	.68	-2.11	.57	-2.23	a	.78	.59	33.3	41.1	S1
MEAN	94.4	96.0	.00	.10	1.01	.0	1.02	.1				43.5	45.6	
P.SD	25.8	.0	.25	.01	.20	1.1	.23	1.0				6.4	7.3	

Gambar 3. 8 Nilai *MEASURE* dan *P.SD* (Standar Deviasi)

Gambar 3.8 memuat nilai *MEASURE* (Tingkat kesukaran) untuk setiap soal (kotak Hijau), sementara kotak biru menunjukkan nilai SD sebesar 0.25. Nilai SD ini kemudian dimasukkan ke dalam Tabel 3.8 sebagai acuan dalam menentukan tingkat kesukaran setiap soal. Hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3. 9
Hasil Tingkat Kesukaran Tiap Butir

No Soal	Measure	Interpretasi
1	-0.14	Mudah
2	-0.53	Sangat Mudah
3	-0.28	Sangat Mudah
4	0.5	Sangat Sukar
5	0.26	Sangat Sukar
6	0.21	Sukar

No Soal	Measure	Interpretasi
7	0.4	Sangat Sukar
8	-0.29	Sangat Mudah
9	-0.04	Mudah
10	0.06	Sukar
11	-0.17	Mudah
12	0.09	Sukar
13	0.33	Sangat Sukar
14	0.06	Sukar

Berdasarkan Tabel 3.8, terdapat empat soal pada kategori Sangat Sukar (pada nomor 4, 5, 7, dan 13), empat soal pada kategori Sukar (pada nomor 6, 10, 12, dan 14), tiga soal pada kategori Mudah (pada nomor 1, 9, dan 11), dan tiga soal pada kategori Sangat Mudah (pada nomor 2, 3, dan 8).

3.4.4. Daya Pembeda

Analisis daya pembeda dengan analisis rasch dapat dilakukan dengan mengidentifikasi output Table 10 Item Fit Order seperti pada analisis Fit Statistic dan Tingkat Kesukaran. Hanya saja, bagian yang digunakan adalah PTMEASURE-AL CORR. Menurut Erfan et al., (2020), nilai dari Point-measure correlation (*PTMEASURE-AL CORR*) dapat digunakan pula untuk menentukan daya pembeda dari suatu instrument. Adapun interpretasi hasilnya menurut Erfan (2020) dapat dilihat pada Tabel 3.10 berikut.

Tabel 3. 10

Interpretasi Daya Pembeda

PTMEASURE-AL CORR (PT-MC)	Interpretasi
$0,40 \leq \text{PT-MC}$	Sangat Baik
$0,30 \leq \text{PT-MC} < 0,40$	Baik
$0,20 \leq \text{PT-MC} < 0,30$	Kurang Baik
$\text{PT-MC} \leq 0,19$	Jelek

Adapun luaran berdasarkan analisis Rasch untuk daya pembeda dapat dilihat pada Gambar 3.9 berikut.

INPUT: 96 PERSON 14 ITEM REPORTED: 96 PERSON 14 ITEM 5 CATS WINSTEPS 4.4.5														
PERSON: REAL SEP.: 1.45 REL.: .68 ... ITEM: REAL SEP.: 2.12 REL.: .82														
ITEM STATISTICS: MISFIT ORDER														
ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	ZSTD	OUTFIT MNSQ	ZSTD	PTMEASUR-AL CORR.	EXP.	OBS%	EXP%	ITEM	
14	86	96	.06	.10	1.33	1.70	1.41	1.55	A .32	.57	43.8	47.5	S14	
10	86	96	.06	.10	1.20	1.07	1.38	1.47	B .51	.57	45.8	47.5	S10	
13	64	96	.33	.12	1.32	1.49	1.18	.72	C .35	.52	42.7	55.9	S13	
11	110	96	-.17	.09	1.27	1.61	1.28	1.25	D .50	.59	42.7	40.9	S11	
7	59	96	.40	.12	1.06	.36	1.09	.40	E .46	.51	49.0	56.6	S7	
5	69	96	.26	.11	1.02	.16	1.05	.28	F .59	.54	44.8	52.8	S5	
3	123	96	-.28	.09	.93	-.41	1.02	.17	G .62	.60	37.5	36.5	S3	
6	73	96	.21	.11	1.01	.10	1.02	.16	g .50	.55	43.8	52.7	S6	
8	124	96	-.29	.09	.95	-.28	.91	-.39	f .61	.60	34.4	36.5	S8	
4	87	96	.05	.10	.86	-.76	.93	-.20	e .59	.57	51.0	47.4	S4	
9	96	96	-.04	.10	.78	-1.31	.86	-.57	d .69	.58	52.1	44.9	S9	
2	155	96	-.53	.08	.84	-1.23	.83	-.96	c .64	.60	34.4	31.3	S2	
12	83	96	.09	.11	.82	-.95	.77	-.91	b .65	.56	53.1	47.4	S12	
1	106	96	-.14	.10	.68	-2.11	.57	-2.23	a .78	.59	33.3	41.1	S1	
MEAN				94.4	96.0	.00	.10	1.01	.0	1.02	.1	43.5	45.6	
P.SD				25.8	.0	.25	.01	.20	1.1	.23	1.0	6.4	7.3	

Gambar 3. 9 Daya Pembeda Berdasarkan Nilai PTMEASURE-AL CORR

Berdasarkan Gambar 3.9, maka dapat diidentifikasi nilai daya pembeda untuk setiap soal pada Tabel 3.11 berikut.

Tabel 3. 11

Hasil Daya Pembeda Tiap Butir

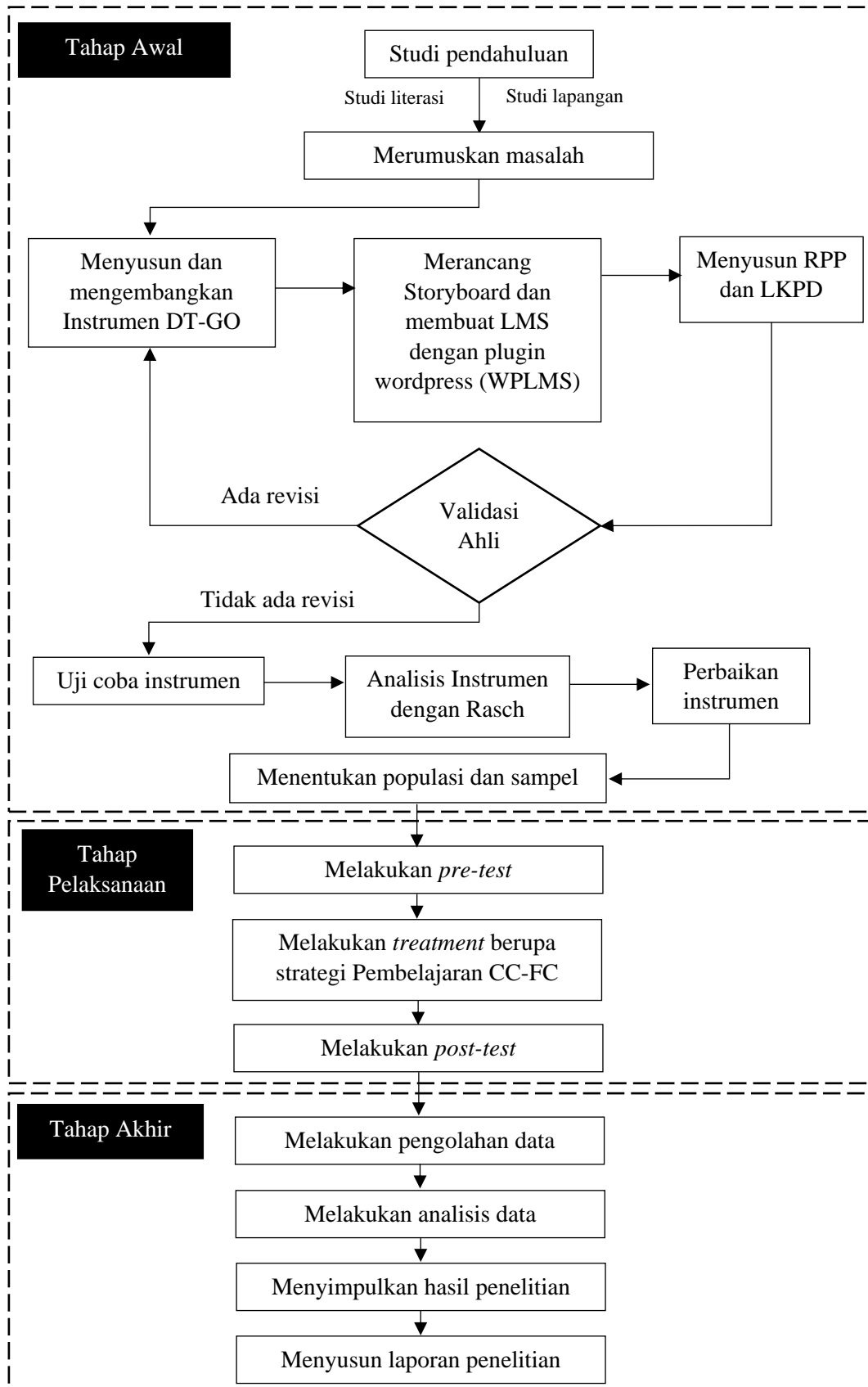
No Soal	PT-MC	Interpretasi
1	0.78	Sangat Baik
2	0.64	Sangat Baik
3	0.62	Sangat Baik
4	0.59	Sangat Baik
5	0.59	Sangat Baik
6	0.5	Sangat Baik
7	0.46	Sangat Baik
8	0.61	Sangat Baik
9	0.69	Sangat Baik
10	0.51	Sangat Baik
11	0.5	Sangat Baik
12	0.65	Sangat Baik
13	0.35	Baik
14	0.32	Baik

Berdasarkan Tabel 3.10, semua butir soal memenuhi kriteria untuk daya pembeda dengan kategori Sangat Baik dan Baik. Sehingga semua soal dapat digunakan.

3.5. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan memiliki tiga tahap, yaitu Tahap awal, pada tahap ini dibagi menjadi empat bagian diantaranya : (1) melakukan studi pendahuluan, dengan studi literasi mengenai penelitian sebelumnya untuk mengetahui bagian penelitian yang dikembangkan, dan studi lapangan dengan melakukan observasi ke sekolah, menyebarkan angket kepada peserta didik dan melakukan analisis miskonsepsi dengan uji instrumen pendahuluan dengan format *open ended* dan melakukan wawancara. Pada akhirnya mendapatkan rumusan masalah yang akan diteliti. (2) menyusun dan mengembangkan instrumen, dengan cara mengembangkan tes diagnostik materi Optika Geometri dalam format *four-tier test* yang dinamakan *Diagnostics Test on Geometrical Optics (DT-GO)*. Kemudian melakukan validasi instrumen kepada 5 orang ahli, memperbaiki instrumen setelah mendapatkan saran dan masukan dari ahli, coba instrumen, menganalisis instrumen dengan Rasch model, rekonstruksi instrumen pengembangan DT-GO jika hasil analisis instrumen tidak valid. (3) Merancang dan membuat *Storyboard* untuk *Learning Management System (LMS)* dengan menggunakan plugin wordpress (WPLMS) yang sudah tersedia dalam website. (4) Menyiapkan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), yang kemudian melakukan validasi RPP dan LKPD kepada 3 orang ahli, menganalisis hasil validasi RPP dan LKPD dengan Rasch model, melakukan perbaikan RPP dan LKPD, Setelah itu kemudian menentukan populasi dan sampel penelitian.

Tahap pelaksanaan, dimulai dengan memberikan *pre-test* untuk mengetahui konsepsi awal peserta didik. Kemudian memberikan *treatment* berupa penerapan *Cognitive Conflict-Based Flipped Classroom (CC-FC)*, dan memberikan *post-test* untuk mengetahui perubahan konsepsi dan model mental peserta didik setelah diberikan *treatment*. Tahap Akhir, dimulai dengan melakukan pengolahan data hasil penelitian dan melakukan analisis data hasil penelitian. Selanjutnya menyimpulkan hasil penelitian yang diakhiri dengan melakukan penyusunan laporan penelitian (tesis). Secara ringkas, prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.10 berikut.



Gambar 3. 10. Prosedur Penelitian

3.6. Analisis Data

Bagian ini membahas tentang cara mengolah data hasil penelitian untuk selanjutnya diambil kesimpulan sesuai rumusan pertanyaan. Adapun analisis data pada penelitian ini diantaranya: penerapan pembelajaran *Cognitive Conflict-Based Flipped Classroom* (CC-FC); Pengubahan konsepsi, dan; Pemetaan model mental peserta didik. Data yang telah didapatkan selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan penjabaran sebagai berikut.

3.6.1. Penerapan Strategi Pembelajaran CC-FC

Karakteristik strategi Pembelajaran CC-FC pada materi Optik Geometri akan dijabarkan mulai dari tahap awal pembuatan RPP, pembuatan LKPD, validasi RPP, pembuatan *storyboard* untuk *Learning Management System* (LMS), pembuatan LMS melalui *plugin wordpress* (WPLMS), sampai pada tanggapan peserta didik terhadap strategi Pembelajaran CC-FC pada materi Optik Geometri. Tanggapan peserta didik menggunakan angket dan diolah dengan menggunakan Rasch analisis dengan menggunakan *variable (wright) maps*, ditinjau pernyataan yang paling sukar dan paling mudah disetujui. Sedangkan validasi RPP menggunakan lembar validasi RPP dan diolah dengan uji *Rater* menggunakan *software* Facets.

3.6.2. Pengubahan Konsepsi







3.6.2.1. Kategori dan skor Konsepsi

Konsepsi peserta didik dikategorikan berdasarkan enam kategori konsepsi, *Sound Understanding* (SU), *Partial Positive* (PP), *Partial Negative* (PN), *Misconception* (MC), *No Understanding* (NU), dan *No Coding* (NC). Kategori ini adalah kombinasi dari tingkat pemahaman oleh Coştu (2008), penilaian oleh Kaltakci-Gurel, et al., (2017), dan kategori konsepsi oleh Aminudin et al., (2019). Tingkat pemahaman awalnya terdiri dari *Sound Understanding* (SU), *Partial Understanding* (PU), *Partial Understanding with Specific Misconception* (PUSM), *Specific Misconceptions* (SM), dan *No Understanding* (NU). Pengembangan dilakukan pada *Partial Understanding* (PU) menjadi *Partial Positive* (PP) untuk menunjukkan jawaban yang benar di tingkat 1 dan 3 tetapi tidak yakin dari tingkat

2 atau 4. Sedangkan *Partial Understanding with Specific Misconception* (PUSM) menjadi *Partial Negative* (PN) yang menunjukkan jawaban untuk jawaban yang benar hanya dalam satu tingkat 1 atau 3, dengan berbagai tingkat kepercayaan. Kemudian penambahan *No Coding* (NC) untuk menunjukkan bahwa jawaban yang diberikan tidak lengkap (Aminudin et al., 2019). Kategori konsepsi ditunjukkan pada Tabel 3.12 berikut.

Tabel 3. 12

Kategori dan skor konsepsi peserta didik pada *four-tier*

Kategori	Simbol	No	Tier				Skor
			1	2	3	4	
<i>Sound Understanding</i> (SU)		1	✓	Y	✓	Y	4
<i>Partial Positive</i> (PP)		2	✓	TY	✓	Y	3
		3	✓	Y	✓	TY	
		4	✓	TY	✓	TY	
<i>Partial Negative</i> (PN)		5	✓	Y	✗	Y	2
		6	✓	TY	✗	Y	
		7	✓	Y	✗	TY	
		8	✓	TY	✗	TY	
		9	✗	Y	✓	Y	
		10	✗	TY	✓	Y	
		11	✗	Y	✓	TY	
12	✗	TY	✓	TY			
<i>Misconception</i> (MC)		13	✗	Y	✗	Y	1
<i>No Understanding</i> (NU)		14	✗	TY	✗	Y	0
		15	✗	Y	✗	TY	
		16	✗	TY	✗	TY	
<i>No Coding</i> (NC)		17	Apabila terdapat tier yang tidak diisi/ jawaban ganda				-

Keterangan: ✓ = Benar; ✗ = Salah; Y = Yakin; TY = Tidak Yakin

Penggunaan simbol pada kategori konsepsi bertujuan untuk memudahkan dalam pembacaan kategori konsepsi. Simbol yang digunakan pada kategori konsepsi memiliki makna sebagai berikut:

1. Kategori *Sound Understanding* (SU) menggunakan simbol untuk kacamata penuh, artinya peserta didik memiliki pemahaman yang benar dengan tingkat keyakinan yang tinggi dan memiliki skor maksimum 4.
2. Kategori *Partial Positive* (PP) menggunakan simbol kacamata, dimana pada lensa bagian kiri mengalami keretakan sedangkan pada bagian kanan memiliki lensa yang utuh, artinya peserta didik memiliki pemahaman yang benar, namun masih ada sebagian yang belum yakin dan memiliki skor 3.
3. Kategori *Partial Negative* (PN) menggunakan simbol kacamata, dimana pada lensa bagian kanan mengalami keretakan sedangkan pada bagian kiri memiliki lensa yang utuh, artinya peserta didik baru paham sebagian konsep dan memiliki skor 2.
4. Kategori *Misconception* (MC) menggunakan simbol untuk kacamata, namun kacamata tersebut kedua lensanya mengalami keretakan, artinya peserta didik memiliki konsepsi, tetapi konsepsinya berbeda dengan konsepsi ilmiah dan memiliki skor 1.
5. Kategori *No Understanding* (NU) menggunakan simbol kacamata dengan garis putus-putus dan kedua lensa mengalami keretakan, artinya peserta didik tidak memahami suatu konsep dengan benar dan memiliki skor 0.
6. Kategori *No Coding* (NC) menggunakan simbol kacamata dengan garis putus-putus dan kedua lensa kacamata tersebut tidak mengalami keretakan (tidak berwarna atau polos (putih)), artinya pemahaman peserta didik tidak terdeteksi dan tidak memiliki skor.

Berdasarkan Tabel 3.12, terdapat enam kategori konsepsi peserta didik yaitu *Sound Understanding* (SU), *Partial Positive* (PP), *Partial Negative* (PN), *Misconception* (MC), *No Understanding* (NU), dan *No Coding* (NC). Perhitungan konsepsi peserta didik tiap butir soal pada *pre-test* dan *post-test* dapat disajikan dalam bentuk persentase dengan menggunakan persamaan 3.3 sebagai berikut.

$$\text{Kriteria konsepsi (\%)} = \frac{\sum \text{kriteria konsepsi tiap peserta didik}}{\sum \text{peserta didik} \times \text{jumlah soal}} \times 100\% \quad (3.3)$$

3.6.2.2. Perubahan Konsepsi Peserta Didik

Pengubahan konsepsi peserta didik menjadi analisis penting untuk mengetahui apakah peserta didik mengalami perubahan konsepsi atau tidak. perubahan konsepsi dilakukan dengan melihat konsepsi peserta didik untuk setiap konsep butir soal pada saat *pre-test* dan *post-test*. Persamaan yang digunakan untuk menentukan persentase Perubahan Konsepsi Setiap Kategori (PKSK) diadaptasi dari Samsudin, Suhandi, Rusdiana, Kaniawati, & Coştu (2016) pada Persamaan 3.4.

$$PKSK(\%) = \pm(\%K_{post} - \%K_{pre}) \quad (3.4)$$

Keterangan:

$PKKS(\%)$ = persentase perubahan konsepsi untuk setiap kategori

$\%K_{pre}$ = persentase konsepsi pada saat *pre-test*

$\%K_{post}$ = persentase konsepsi pada saat *post-test*

Berdasarkan Persamaan 3.4, maka dibuatlah interpretasi perubahan konsepsi untuk setiap kategori konsepsi. Interpretasi tersebut disajikan dalam Tabel 3.13 berikut.

Tabel 3. 13

Interpretasi Perubahan Untuk Setiap Kategori Konsepsi

Perubahan	Interpretasi
+	<i>Good Change (GC)</i>
0	<i>No Change (NCh)</i>
-	<i>Bad Change (BC)</i>




Pada Tabel 3.13 Tanda positif (+) dengan interpretasi *Good Change (GC)* digunakan untuk perubahan yang meningkat atau pada konsepsi yang diharapkan (SU, PP, dan PN). Tanda negatif (-) dengan interpretasi *Bad Change (BC)* digunakan untuk perubahan yang menurun atau yang tidak diharapkan (MC, NU, dan NC). Sedangkan tanda (0) dengan interpretasi *No Change (NCh)* digunakan ketika tidak ada perubahan antara konsepsi hasil *pre-test* dengan konsepsi hasil *post-test*.

3.6.2.3. Kategori Perubahan Konsepsi Peserta Didik

Kategori perubahan konsepsi dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu *Acceptable Change* (AC), *Not Acceptable* (NA), dan *No Change* (NCh) dengan simbol perubahan seperti Tabel 3.14. Kategori perubahan konsepsi peserta didik diadaptasi dari Samsudin, dkk. (2016).

Tabel 3. 14

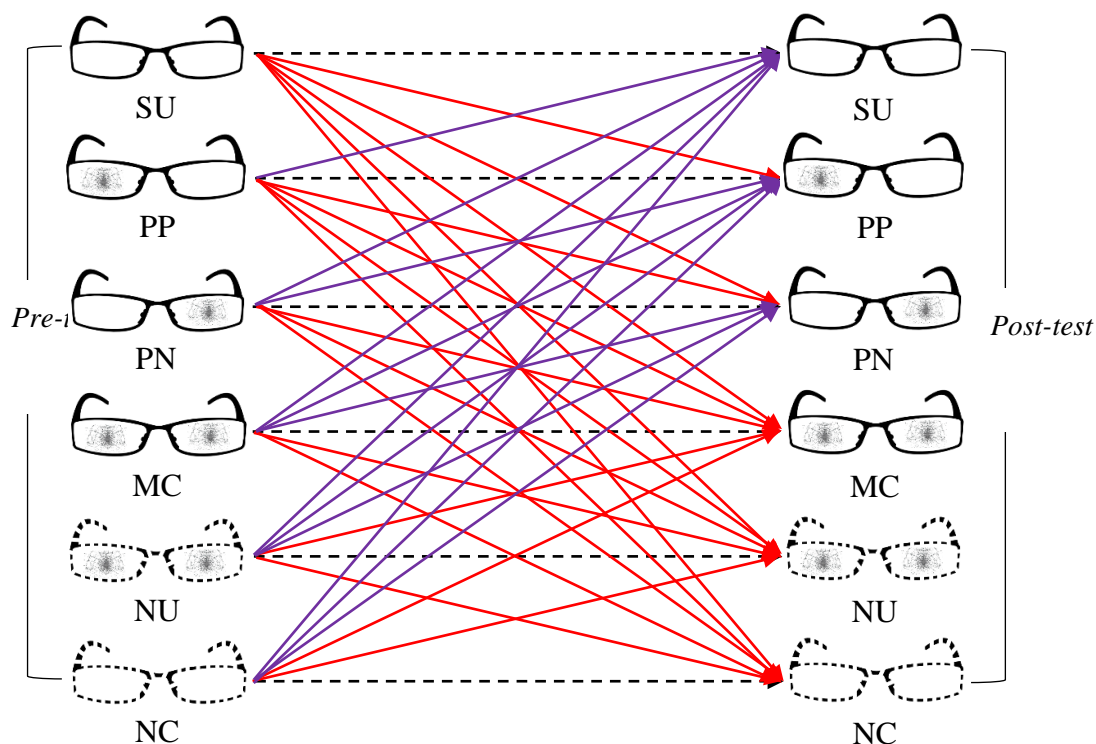
Kategori Perubahan Konsepsi Peserta didik

Simbol Perubahan	Kategori Perubahan
	<i>Acceptable Change</i> (AC)
	<i>No Acceptable</i> (NA)
	<i>No Change</i> (NCh)

Kategori perubahan konsepsi pada Tabel 3.14 terdiri dari tiga jenis perubahan konsepsi, diantaranya *Acceptable Change* (AC), *Not Acceptable* (NA), dan *No Change* (NCh). Kategori AC menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik berubah dari *pre-test* ke *post-test* dengan beberapa peningkatan menuju konsepsi yang diharapkan yaitu SU, PP, dan PN. Untuk kategori NA, pemahaman peserta didik berubah dari *pre-test* ke *post-test* dengan cara yang tidak menguntungkan atau menuju konsepsi yang tidak diharapkan yaitu MC, NU, dan NC. Sedangkan untuk kategori NCh, pemahaman peserta didik tidak berubah dari *pre-test* ke *post-test*. Hasil perubahan konsepsi berdasarkan kategori tersebut disajikan dengan persentase Perubahan Konsepsi (PK) menggunakan Persamaan 3.5 berikut.

$$PK(\%) = \frac{\text{jumlah siswa pada suatu tipe}}{\text{jumlah seluruh siswa}} \quad (3.5)$$

Setelah dilakukan persentase terhadap perubahan konsepsi peserta didik, analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui ke arah mana perubahan konsepsi tersebut. Kemungkinan perubahan konsepsi yang dialami peserta didik dapat dilihat berdasarkan simbol konsepsi pada Gambar 3.11 berikut.







Gambar 3. 11 Kemungkinan perubahan konsepsi saat *pre-test* dan *post-test*

3.6.3. Model Mental

3.6.3.1. Kategori Model Mental

Model mental peserta didik dapat dikelompokkan berdasarkan konsepsi yang dimiliki tiap sub materi seperti pada Tabel 3.15 berikut.

Tabel 3. 15
Kategori Model Mental Peserta didik

Kategori Model Mental	Simbol	Kategori Konsepsi
<i>Scientific</i> (SC)		Konsepsi peserta didik berada pada kategori SU dan PP atau kombinasi SU dan PP untuk setiap soal pada sub materi.
<i>Synthetic Tipe-C</i> (SY-C)		Konsepsi peserta didik berada pada kombinasi antara SU, PP dan PN atau kombinasi SU, PP, dan PN untuk setiap soal pada sub materi.
<i>Synthetic Tipe-D</i> (SY-D)		Konsepsi peserta didik berada pada kombinasi antara SU, PP, PN, dengan MC, NU, dan NC untuk setiap soal pada sub materi.
<i>Initial</i> (IN)		Konsepsi peserta didik berada pada kategori MC, NU, NC atau kombinasi MC, NU, dan NC untuk setiap soal pada sub materi.

Keterangan: SU = *Sound Understanding*, PP = *Partial Positive*, PN = *Partial Negative*, MC = *Misconception*, NU = *No Understanding*, dan NC = *No Coding* (NC)

Berdasarkan Tabel 3.16, terdapat empat kategori model mental peserta didik yaitu *scientific* (SC), *synthetic type C* (SY-C), *synthetic type D* (SY-D), dan *initial* (IN). Kategori model mental tersebut diadaptasi dan dimodifikasi dari Kurnaz dan Eksi (2015). Kategori model mental awalnya terdiri dari *scientific* (SC), *synthetic* (SY), dan *initial* (IN). Pengembangan dilakukan pada *synthetic* (SY) menjadi *synthetic tipe-C* (SY-C) dan *synthetic tipe-D* (SY-D). Penambahan hurup C diambil dari kata *Convergen* pada materi optika geometri artinya mengumpulkan berkas sinar, dan hurup D diambil dari kata *Divergen* pada materi optika geometri artinya menyebarkan berkas sinar. Setiap kategori model mental juga disimbolkan dengan ekspresi wajah yang bertujuan untuk memudahkan dalam pembacaan setiap tingkatan kategori model mental. Penjelasan tentang kategori model mental dan simbol yang digunakan pada setiap tingkat kategori memiliki makna sebagai berikut :

- 1) Kategori *Scientific* (SC) menggunakan simbol ekspresi wajah tersenyum, artinya konsepsi peserta didik sudah sesuai dengan konsepsi ilmiah, dan jawaban peserta didik memiliki pemahaman yang benar walaupun dengan tingkat keyakinan yang berbeda, sehingga variasi jawaban peserta didik pada setiap sub materi berada pada kombinasi antara SU dan PP.
- 2) Kategori *synthetic type C* (SY-C) menggunakan simbol ekspresi wajah datar, artinya peserta didik memiliki konsepsi sebagian dan peserta didik memiliki salah satu pemahaman yang benar dengan tingkat keyakinan yang berbeda sehingga variasi jawaban peserta didik pada setiap sub materi berada pada kombinasi antara SU, PP dan PN.
- 3) Kategori *synthetic type D* (SY-D) menggunakan ekspresi wajah datar dan sedikit bingung, artinya peserta didik memiliki konsepsi sebagian dan salah satu peserta didik memiliki pemahaman yang benar dengan tingkat keyakinan yang berbeda sehingga variasi jawaban peserta didik pada setiap sub materi berada pada kombinasi antara SU, PP, dan PN, dengan MC, NU, dan NC.
- 4) Kategori *initial* (IN) menggunakan ekspresi wajah sedih, artinya konsepsi peserta didik tidak sesuai dengan konsepsi ilmiah atau tidak ada pemahaman yang benar dan tingkat keyakinan yang berbeda, sehingga variasi jawaban pada setiap sub materi berada pada kombinasi antara MC, NU dan NC.

Perhitungan model mental peserta didik tiap sub materi untuk *pre-test* dan *post-test* dapat disajikan dalam bentuk persentase dengan menggunakan persamaan 3.6 sebagai berikut.

$$\text{Kategori model mental (\%)} = \frac{\sum \text{kategori model mental}}{\sum \text{seluruh siswa}} \times 100\% \quad (3.6)$$

3.6.3.2. Pengubahan Model Mental Peserta didik

Pengubahan Model mental peserta didik pada setiap butir soal dapat dianalisis dengan persamaan 3.7 berikut :

$$\text{Pengubahan Model Mental (\%)} = \pm (M_{akhir}(\%) - M_{awal}(\%)) \quad (3.7)$$

Tanda positif (+) dengan kategori *Good Change* digunakan untuk pengubahan yang meningkat atau model mental yang diharapkan (SC dan SY-C). Tanda negatif (-) dengan kategori *Bad Change* digunakan untuk pengubahan yang menurun atau model mental yang tidak diharapkan (SY-D dan IN). Sedangkan tanda (0) dengan interpretasi *No Change* (NC) digunakan ketika tidak ada perubahan antara kriteria model mental yang sudah ditetapkan. Tipe-tipe perubahan model mental dapat dilihat pada Tabel 3.16 sebagai berikut.

Tabel 3. 16

Interpretasi Pengubahan Model Mental Peserta Didik




Perubahan	Interpretasi
+	<i>Good Change</i> (GC)
0	<i>No Change</i> (NCh)
-	<i>Bad Change</i> (BC)

3.6.3.3. Kategori Pengubahan Model Mental

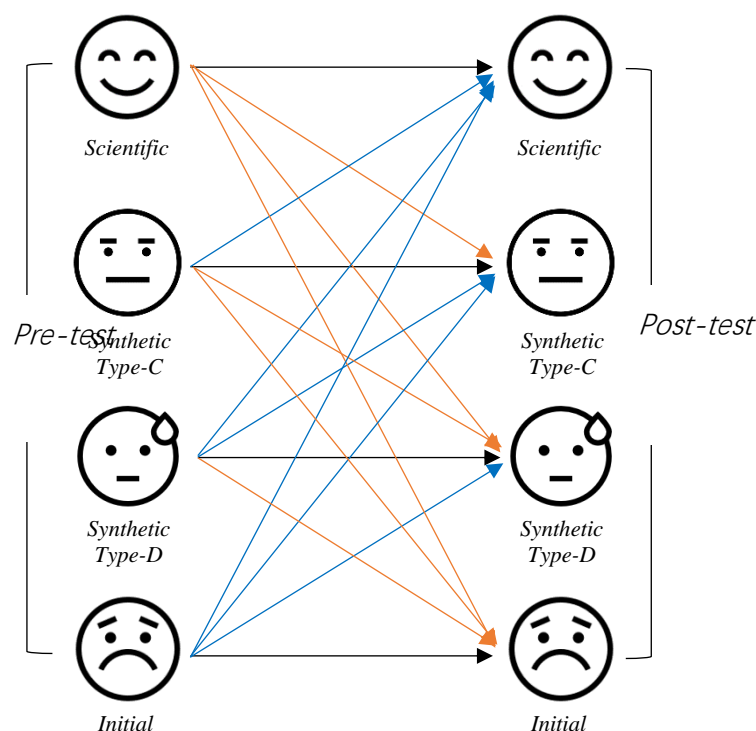
Pengubahan model mental peserta didik menjadi analisis penting karena dapat diketahui apakah peserta didik mengalami perbaikan model mental atau tidak, dengan begitu akan mudah untuk melihat hasil pemetaan model mental peserta didik. Kategori pengubahan model mental dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori yaitu *Acceptable Correction* (ACo), *No Acceptable Correction* (NAC), dan *No Correction* (NCo) yang dijabarkan pada Tabel 3.17 berikut.

Tabel 3. 17

Kategori Pengubahan Model Mental Peserta Didik

Simbol Perbaikan	Kategori Perbaikan
	<i>Acceptable Correction (ACo)</i>
	<i>No Acceptable Correction (NAC)</i>
	<i>No Correction (NCo)</i>

Kategori pengubahan ACo merupakan pengubahan yang dapat diterima yaitu dari model IN, SY-D atau SY-C menjadi SC, dari model IN atau SY-D menjadi SY-C dan dari model IN menjadi SY-D. Kategori pengubahan NAC merupakan pengubahan yang tidak dapat diterima yaitu dari SC, SY-C atau SY-D menjadi IN, dari SC atau SY-C menjadi SY-D, dan dari SC menjadi SY-C. Sedangkan kategori pengubahan NCo merupakan model yang tidak berubah dari awal sampai akhir. Kategori pengubahan model mental memiliki beberapa kemungkinan seperti Gambar 3.12 berikut.

Gambar 3. 12 Kemungkinan pengubahan model mental dari hasil *pre* dan *post-test*