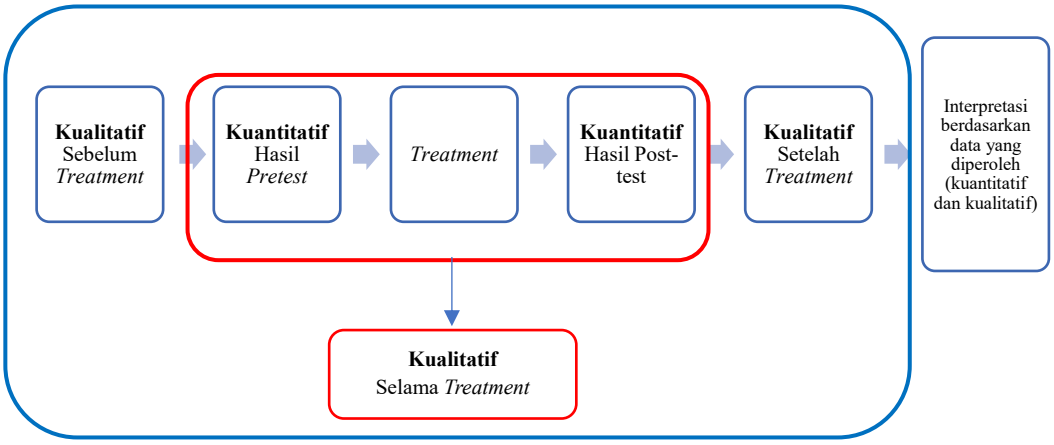
BAB III
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *Mixed Methods. Mixed methods* merupakan integrasi penelitian kualitatif dan kuantitatif dalam sebuah studi penelitian (Creswell dalam (Mackiewicz, 2018)). Penelitian ini menggunakan data kuantitatif untuk mengolah dan menganalisis miskonsepsi peserta didik, serta pengaruh *Conceptual Change Model* yang didukung oleh *flipbook* berbasis ARaRaT dalam mereduksi miskonsepsi pada topik Karakteristik Gelombang Mekanik. Data kualitatif diperoleh dari proses sebelum *treatment*, yaitu menyatakan hasil studi literatur dan studi pendahuluan. Selain itu, data kualitatif diperoleh dari proses selama *treatment,* yaitu menyatakan keterlaksanaan pembelajaran dan setelah *treatment* untuk menginterpretasikan respon peserta didik terhadap CCM berbantuan *flipbook* berbasis ARaRaT pada materi Karakteristik Gelombang Mekanik.

3.1. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain *Embedded mixed methods design*, di mana satu jenis data berperan sekunder untuk mendukung jenis data utama yang menjadi dasar penelitian (Mackiewicz, 2018). Dalam penelitian ini data kulitatif berperan sebagai data sekonder yang mendukung data kuantitatif. *Embedded mixed methods design* ditunjukkan oleh Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 *Embedded mixed methods design*

Dari skema tersebut, *Embedded mixed methods design* digunakan untuk menginterpretasikan data berdasarkan data kuantitatif dan kualitatif yang diperoleh selama penelitian. Dalam penelitian ini, *Treatment* yang dilakukan yaitu menerapkan CCM berbantuan *flipbook* berbasis ARaRaT selama pembelajaran setelah diberikan *pre-test*. Setelah pembelajaran selesai, dilakukan *post-test* dengan soal yang sama dengan *pre-test* yaitu menggunakan instrumen *Four Tier Mechanical Wave Characteristic* (FTMWC) pada materi karakteristik gelombang mekanik.

3.2. Partisipan Penelitian

Penelitian ini melibatkan dua kelas XI di salah satu SMA Swasta Kota Bandung yang belum mempelajari materi karakteristik gelombang mekanik. Sekolah yang terlibat merupakan sekolah yang sama dengan sekolah yang digunakan saat studi pendahuluan, namun sekolah tersebut berbeda dengan sekolah yang digunakan saat uji coba empiris tes diagostik FTMWC. Dua kelas tersebut berjumlah 63 peserta didik yang terdiri dari kelas eksperimen (36 orang) dan kelas kontrol (27 orang).

3.3. Populasi dan Sampel Penelitian

Sugiyono (2013) dalam bukunya mengungkapkan, “Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas objek/subjek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya”, dan “Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut”. Subjek penelitian ini adalah siswa kelas XI SMA Pasundan 1 Bandung semester genap tahun ajaran 2024/2025. Sampel dalam penelitian ini terdiri dari kelas eksperimen (36 orang) dan kelas kontrol (27 orang). Sampel ini diambil menggunakan teknik *convinience sampling. Convinience sampling* merupakan pengambilan sampel berdasarkan kemudahan proses pengumpulan data dari populasi yang mudah diakses oleh peneliti (Rahi, 2017).

Sampel diambil karena dianggap memiliki informasi yang dibutuhkan bagi penelitiannya (Darma, 2019).

3.4. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian berfungsi untuk mengukur variabel yang diselidiki (Sugiyono, 2017). Dalam studi ini, instrumen yang digunakan meliputi jenis tes dan non-tes, dengan detail yang disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Instrumen Penelitian

No	Jenis Data	Bentuk Instrumen	Sumber Data	Waktu
1	Kelayakan *Flipbook* ARaRaT	Lembar Validasi Ahli	Lima orang ahli yang terdiri dari tiga dosen dan dua guru	Saat proses pengembangan instrumen penelitian
2	Reduksi Miskonsepsi Setelah penerapan CCM berbantuan *Flipbook* ARaRaT	Lembar Validasi Butir Soal	Peserta didik yang sudah mempelajari materi gelombang mekanik	Saat proses pengembangan instrumen penelitian
		Lembar Validasi Isi	Enam orang ahli yang terdiri dasi 4 dosen dan dua guru	Saat proses pengembangan instrumen penelitian
		Tes Diagnostik Miskonsepsi	Peserta didik kelas eksperimen	Sebelum dan setelah *treatment*
3	Penerapan CCM berbantuan *Flipbook* ARaRaT pada materi	Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran	Guru dan Peserta Didik	Saat *treatment*

No	Jenis Data	Bentuk Instrumen	Sumber Data	Waktu
	Karakteristik Gelombang Mekanik			
4	Respon Peserta Didik terhadap penerapan CCM berbantuan *Flipbook* ARaRaT pada materi Karakteristik Gelombang Mekanik	Angket Respon Peserta didik	Peserta didik kelas eksperimen	Sesudah *treatment*
		Lembar pedoman wawancara semi-terstruktur		Sesudah *treatment*

3.5. Perangkat Pembelajaran

3.5.1. Modul Ajar Materi Karakteristik Gelombang Mekanik

Modul Ajar yang disusun berisi rancangan pembelajaran yang dijadikan panduan bagi guru supaya proses pembelajaran lebih fleksibel dan konstekstual. Modul ajar memuat komponen-komponen penting seperti tujuan, langkah-langkah, asesmen, serta media pembelajaran yang dirancang untuk mendukung pendidik dalam melaksanakan proses belajar mengajar. Pada penelitian ini, peneliti membuat dua buah modul ajar yang terdiri dari dua pertemuan pembelajaran dengan materi pokok karakteristik gelombang mekanik. Untuk kelas eksperimen, modul ajar dibuat dengan menggunakan tahap pembelajaran CCM berbantuan *Flipbook* ARaRaT, sedangkan untuk kelas kontrol menggunakan tahap pembelajaran CCM. Rincian dua pertemuan pembelajaran untuk kedua kelas ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Rincian Rencana Pelaksanaan Pembelajaran

Pertemuan ke-	Pembahasan Materi
1	Konsep gelombang Mekanik, Jenis Gelombang dan Sifat-sifat gelombang
2	Besaran Fisis Gelombang

3.5.2. *Flipbook* Berbasis ARaRaT

Flipbook merupakan bahan ajar digital dalam bentuk buku interaktif yang menyajikan materi dilengkapi dengan berbagai fitur, seperti animasi, audio, dan video (Setyorini, 2024). *Flipbook* didesain untuk mendorong minat sekaligus meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi yang disajikan (Setyorini, 2024). Pada penelitian ini, *flipbook* memuat materi karakteristik gelombang mekanik dan disusun berbasis *Augmented Reality* (AR) dan *Rebuttal Text* atau dikenal dengan *flipbook* ARaRaT (Lampiran 2.2), dikembangkan dengan tahap pengembangan model 4D.

3.6. Instrumen Pengumpulan Data

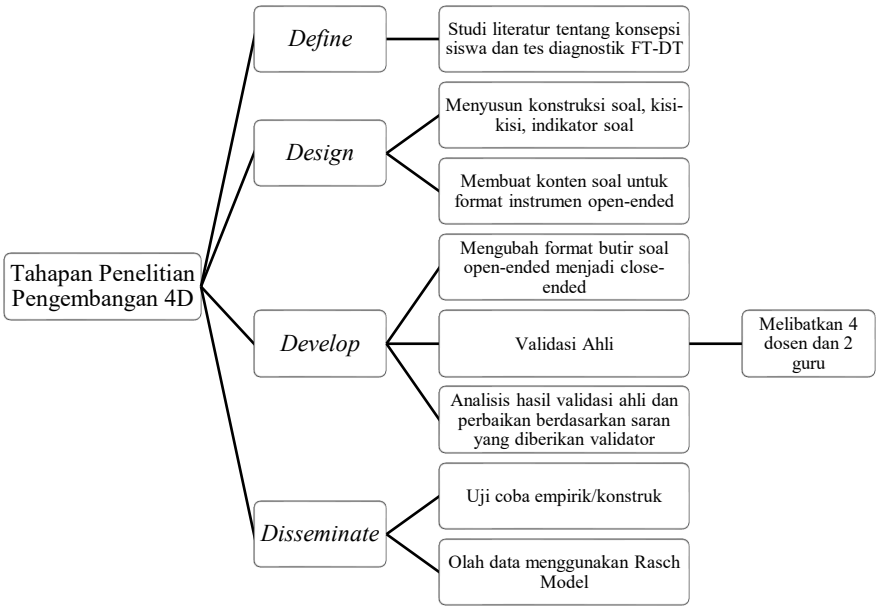
3.6.1. Instrumen Tes Diagnostik *Four-Tier Mechanical Wave Characteristics* (FTMWC)

Menurut Mukhlisa (2021), miskonsepsi siswa umumnya didiagnosis melalui berbagai metode, seperti wawancara, peta konsep, tes terbuka, dan tes pilihan ganda. Dalam studi ini, tes pilihan ganda dipilih sebagai instrumen diagnostik miskonsepsi karena dianggap efektif dan mampu memberikan informasi langsung mengenai konsepsi siswa (Gurel et al, 2017).

Instrumen tes diagnostik yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes pilihan ganda Tingkat empat (*four-tier*), yang selanjutnya dikenal dengan instrumen *Four- Tier Mechanical Wave Characteristics* (FTMWC) (Lampiran 3.1). Tier-1 berisi soal pilihan ganda, sementara *tier*-2 menambahkan tingkat keyakinan siswa terhadap pilihan jawaban di *tier*-1. Selanjutnya, *tier*-3 meminta siswa untuk menjelaskan alasan di balik pilihan jawaban mereka di *tier*-1. Terakhir, *tier*-4

adalah tingkat keyakinan siswa dalam menjelaskan alasan yang mereka berikan di Tier-3 (Nuriyah et al., 2024).

Instrumen FTMWC dibuat melalui tahap pengembangan menggunakan model 4D (*define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*) yang dikembangkan oleh Thiagarajan, et al (1974) dalam (Lawhon, 1976). Model pengembangan 4D sudah digunakan pada penelitian sebelumnya (Mufida et al., 2024) dan (Samsudin, Cahyani, et al., 2021). Pada tahap *define*, dilakukan studi literatur terkait bentuk tes untuk mendiagnosis miskonsepsi dan studi literatur tentang konsepsi siswa khususnya dalam materi karakteristik gelombang mekanik. Tahap *design* yaitu merancang tes diagnostik yang meliputi konstruksi soal, indikator dan kisi-kisi soal, dan membuat tes diagnostik *four-tier open ended* materi karakteristik gelombang mekanik berdasarkan hasil studi literatur. Tahap *develop* yaitu mengubah format tes dari format *open-ended* menjadi *close-ended* berdasarkan alasan siswa pada *tier-3* hasil uji coba pertama dan melakukan validasi ahli. Pada tahap terakhir yaitu tahap *disseminate*, dilakukan uji coba kepada siswa dan hasilnya dianalisis menggunakan Model Rasch melalui perangkat lunak Winsteps 3.73 guna memperoleh informasi mengenai validitas dan reliabilitas instrumen. Tahapan-tahapan penelitian pengembangan FTMWD dengan model 4D ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian Pengembangan FTMWC Model 4D

3.6.1.1. Uji Validitas

Tujuan dari uji validasi adalah untuk mengetahui kelayakan instrumen yang dibuat untuk mengukur variabel penelitian (Sugiyono, 2017). Instrumen tes harus harus memenuhi valisitas isi dan validitas konstruk untuk dapat digunakan dalam penelitian (Sugiyono, 2017).

3.6.1.1.1. Validitas Isi

Validitas isi dilakukan untuk mengetahui instrumen dapat mencerminkan dan mengukur tingkat penguasaan terhadap konten suatu materi tertentu yang harus dikuasai sesuai tujuan pembelajarannya (Hairun, 2020). Peneliti melibatkan enam ahli dalam bidang fisika, asesmen, dan miskonsepsi, yang terdiri dari empat dosen dan dua orang guru sebagai validator untuk instrumen FTMWC. Validator diminta memberikan penilaian berupa saran dan kritik untuk meningkatkan kualitas instrumen tes yang akan digunakan dalam penelitian. Terdapat 7 butir soal telah divalidasi oleh ahli. Validator diminta untuk memberikan tanda *checklist* pada sembilan indikator di setiap butir soal berupa "Valid tanpa revisi" dengan skor 2, "Valid dengan revisi" dengan skor 1, atau "Tidak valid" dengan skor 0 (Lampiran 4.1). Uji validasi dilakukan terhadap setiap butir soal dengan memperhatikan

indikator dalam lembar validasi yang terdiri dari 3 pernyataan aspek materi, 4 pernyataan aspek konstruksi, dan 2 pernyataan aspek kebahasaan serta tersedia kolom kritik dan saran perbaikan. Indikator yang tersedia pada lembar validasi dapat ditunjukkan pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 3 Indikator Penilaian Instrumen Tes Diagnostik FTMWC

No	Indikator
Aspek Materi	
1	Butir Soal disusun berdasarkan indikator soal
2	Kesesuaian konsep dalam butir soal dengan miskonsepsi dan konsep ilmiah
3	Butir soal dibuat untuk mengetahui pemahaman konsep peserta didik
Aspek Konstruk	
4	Pilihan jawaban dan alasan homogen serta logis dari segi materi
5	Terdapat satu kunci jawaban
6	Soal tidak memberikan petunjuk jawaban ke arah jawaban yang benar
7	Pilihan jawaban tidak menggunakan pernyataan "semua jawaban benar" atau "semua jawaban salah"
Aspek Kebahasaan	
8	Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar
9	Bahasa yang digunakan mudah dipahami peserta didik

Hasil validasi ahli dianalisis menggunakan indeks Aiken dengan persamaan berikut.

$$V = \frac{\Sigma s}{[n(c-1)]} \qquad (3.1)$$

dengan

$$s = R - L_0 \qquad (3.2)$$

Keterangan:

$V =$ indeks Aiken

$s =$ skor yang diberikan validator dikurangi skor terendah

R = skor yang diberikan validator

L_0 = skor penilaian terendah

c = skor penilaian tertinggi

m = jumlah rater (validator)

Butir soal dapat dikatakan valid mempertimbangkan jumlah *rating* penilaian dan jumlah dari validator/*rater* dapat dilihat pada Gambar 3.3 (Aiken, 1985).

Right-Tail Probabilities (p) for Selected Values of the Repeatability Coefficient (R)

No. of Items (m) or Raters (n)	Number of Rating Categories (c) 2		3		4		5		6		7	
	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p	R	p
2							1.00	.040	1.00	.028	1.00	.020
3							1.00	.008	1.00	.005	1.00	.003
3			1.00	.037	1.00	.016	.92	.046	.93	.028	.94	.018
4					1.00	.004	1.00	.002	.95	.006	.96	.003
4			1.00	.012	.92	.027	.88	.044	.90	.023	.88	.036
5			1.00	.004	.93	.008	.95	.003	.92	.006	.90	.009
5	1.00	.031	.90	.032	.87	.035	.85	.040	.84	.044	.83	.048
6			1.00	.001	.94	.002	.92	.004	.90	.005	.89	.006
6	1.00	.016	.92	.012	.83	.040	.83	.035	.83	.032	.83	.031
7			.93	.005	.90	.004	.89	.004	.89	.004	.86	.010
7	1.00	.008	.86	.024	.81	.044	.82	.030	.80	.048	.81	.038

Gambar 3. 3 Nilai V Aiken

Berdasarkan tabel tersebut butir soal dikatakan valid jika mendapatkan nilai minimum sebesar 0, 92. Berikut hasil validasi enam orang ahli dengan tiga skala penilaian menggunakan indeks Aiken.

Tabel 3. 4 Hasil Validasi Instrumen FTMWC oleh Ahli

Butir Soal	**Validator**						**Nilai Indeks Aiken (V)**	**Interpretasi**
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**		
1	1,89	1,89	1,78	1,89	2,00	2,00	0,95	Valid
2	1,89	1,78	1,89	1,89	1,89	1,78	0,93	Valid
3	1,89	1,89	1,89	1,67	1,89	1,89	0,93	Valid

Butir Soal	Validator						Nilai Indeks Aiken (V)	Interpretasi
	1	2	3	4	5	6		
4	2,00	1,89	1,78	1,89	2,00	2,00	0,96	Valid
5	1,89	2,00	2,00	1,89	2,00	2,00	0,98	Valid
6	2,00	1,89	1,89	1,89	2,00	2,00	0,97	Valid
7	1,89	2,00	1,89	1,78	2,00	1,89	0,95	Valid
Rata-Rata							**0,95**	**Valid**

Tabel 3.4 menunjukkan bahwa secara keseluruhan 7 butir soal tersebut memiliki indeks V Aiken lebih dari 0,92. Oleh karena itu, butir soal yang telah divalidasi ahli dapat digunakan untuk penelitian dengan beberapa arahan dan catatan pada butir soal tertentu yang diberikan oleh validator serta layak diuji coba lapangan (Lampiran 4.3).

3.6.1.1.2. Validasi Konstruk

Validitas konstruk dilakukan untuk mengukur seberapa jauh suatu instrumen tes mengukur suatu konstruk teoritik yang akan diukurnya (Allen & Yen, 1979). Validitas konstruk dilakukan dengan melakukan uji coba instrumen FTMWC yang telah disusun dan dinilai oleh ahli kepada responden yang setara dengan subjek penelitian. Uji validitas konstruk dilakukan dengan *Rasch Model* berbantuan *software* Winsteps versi 3.73. Uji validitas model Rasch dievaluasi dengan meninjau *output table 23. Item dimensionality* dengan melihat nilai *raw variance explained by measure.* Interpretasi dari nilai ini akan memberikan informasi tentang validitas, dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3. 5 Interpretasi *Raw variance explained by measure*

Interpretasi	***Raw variance explained by measure***
Terpenuhi	> 20%
Sesuai	> 40%
Istimewa	> 60%

(Sumintono, 2018)

Hasil dari *item dimensionality* instrumen FTMWC dapat dilihat pada Gambar 3.4.

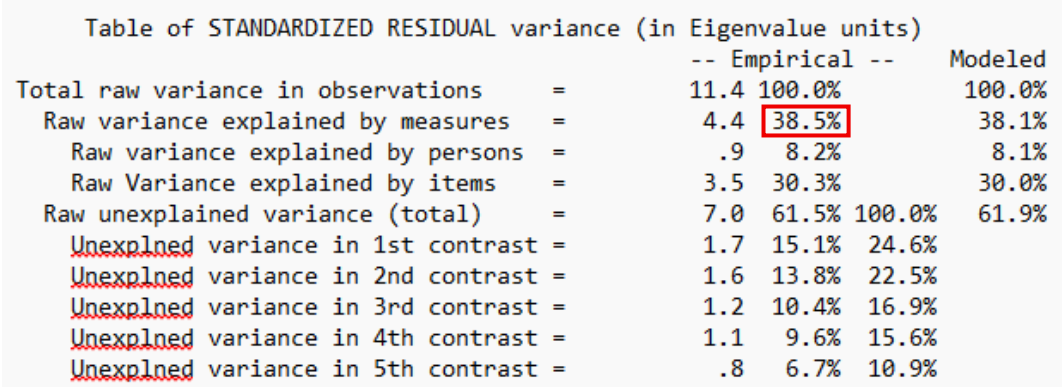


Table of STANDARDIZED RESIDUAL variance (in Eigenvalue units)					
		-- Empirical --			Modeled
Total raw variance in observations	=	11.4	100.0%		100.0%
Raw variance explained by measures	=	4.4	38.5%		38.1%
Raw variance explained by persons	=	.9	8.2%		8.1%
Raw Variance explained by items	=	3.5	30.3%		30.0%
Raw unexplained variance (total)	=	7.0	61.5%	100.0%	61.9%
Unexplned variance in 1st contrast	=	1.7	15.1%	24.6%	
Unexplned variance in 2nd contrast	=	1.6	13.8%	22.5%	
Unexplned variance in 3rd contrast	=	1.2	10.4%	16.9%	
Unexplned variance in 4th contrast	=	1.1	9.6%	15.6%	
Unexplned variance in 5th contrast	=	.8	6.7%	10.9%	

Gambar 3. 4 *Output Table Item Dimensionality*

Berdasarkan *output* tabel diperoleh nilai 38,5% yang dikategorikan "terpenuhi". Dengan demikian, instrumen FTMWC dapat digunakan dalam penelitian.

Selanjutnya dilakukan uji kesesuaian yang bertujuan untuk mengetahui Tingkat kesesuaian butir soal dengan model atau disebut dengan *item fit* (Sumintono &Widhiarso, 2015). Untuk melihat *item fit* dapat diperoleh dari *output table 10. Item (column): fit order* dengan melihat nilai *Outfit* MNSQ (*mean-square*), *Outfit* ZSDT (*z-standard*), dan nilai *Pt-Measure Corr* (*point-measure correlation*). Uji Tingkat kesuaian harus memperhatikan kriteria berikut.

- Nilai *outfit* MNSQ yang diterima : 0,5 < MNSQ <1,5
- Nilai *outfit* ZSTD yang diterima : -2,0 < ZSTD <+2,0
- Nilai *Pt Measure Corr* yang diterima : 0,4 < Pt Measure Corr < 0,85

Jika suatu butir soal tidak memenuhi ketiga kriteria yang ditentukan, dapat dipastikan bahwa kualitasnya kurang memadai sehingga perlu diperbaiki atau diganti (Sumintono &Widhiarso, 2015).

Tabel 3. 6 Kriteria Tingkat Kesesuaian dengan Model

Interpretasi	Kriteria
Sangat Sesuai	Memenuhi 3 kriteria
Sesuai	Memenuhi 2 kriteria

Interpretasi	Kriteria
Kurang Sesuai	Memenuhi 1 kriteria
Tidak Sesuai	Tidak Memenuhi semua kriteria

(Sumintono, 2018)

Hasil uji tingkat kesesuaian instrumen FTMWC dapat dilihat pada Gambar 3.5.

ITEM STATISTICS: MISFIT ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PT-MEASURE CORR.	PT-MEASURE EXP.	EXACT MATCH OBS%	EXACT MATCH EXP%	ITEM
3	365	112	-.70	.08	1.46	2.7	1.87	2.3	A .20	.42	39.8	44.9	2
5	223	112	.01	.07	1.13	1.3	1.15	.9	B .45	.53	15.7	22.5	4
8	135	112	.46	.08	1.14	.9	.99	.1	C .58	.58	21.3	40.6	7
4	159	112	.32	.07	.92	-.6	.86	-.7	D .63	.57	35.2	33.6	3
2	232	112	-.03	.07	.91	-.9	.84	-.9	c .60	.53	13.9	20.6	1
6	261	112	-.16	.07	.80	-2.1	.81	-1.1	b .60	.51	13.9	20.5	5
7	201	112	.11	.07	.77	-2.3	.69	-2.0	a .58	.55	34.3	23.8	6
MEAN	225.1	112.0	.00	.07	1.02	-.1	1.03	-.2			24.9	29.5	
S.D.	69.7	.0	.35	.01	.23	1.7	.37	1.3			10.4	9.4	

Gambar 3. 5 *Output Table Item fit order*

Output table Item fit order diinterpretasikan dan dijelaskan pada Tabel 3.7.

Tabel 3. 7 Tingkat Kesesuaian Butir Soal dengan Model

Butir Soal	Nilai Outfit		Pt-Measure Corr	Interpretasi	Keterangan
	MNSQ	ZSDT			
1	0,84	-0,7	0,60	Sangat Sesuai	Digunakan
2	1,87	2,3	0,20	Tidak Sesuai	Digunakan
3	0,86	0,1	0,63	Sangat Sesuai	Digunakan
4	1,15	1,3	0,45	Sangat Sesuai	Digunakan
5	0,81	-1,1	0,60	Sangat Sesuai	Digunakan
6	0,69	-2,0	0,58	Sesuai	Digunakan
7	0,99	0,9	0,58	Sangat Sesuai	Digunakan

Tabel 3.7 menunjukkan hasil uji kesesuaian instrumen yang diuji coba kepada 112 responden. Diperoleh 5 butir soal ‘sangat sesuai’ dengan model dan 1 butir soal ‘sesuai’, 6 butir soal ini dikatakan valid untuk digunakan dalam sebuah

penelitian (Sumintono &Widhiarso, 2015). Terdapat 1 butir soal yaitu nomor 2 ‘tidak sesuai’ dengan model, hal ini kemungkinan terjadi karena faktor ukuran sampel, kurangnya motivasi siswa dalam mengerjakan soal, atau soal mempunyai daya pembeda yang rendah (Sumintono &Widhiarso, 2015). Butir soal nomor 2 dalam penelitian ini tetap digunakan dengan pertimbangan melihat nilai MNSQ. Nilai tersebut sebesar 1,87 yang lebih besar dari batas kesesuaiannya. Sumintono &Widhiarso (2015) dalam bukunya menjelaskan bahwa, jika nilai MNSQ sebesar x, dengan $1{,}5 \leq x \leq 2{,}0$ memberikan implikasi kurang bagus untuk pembuatan instrumen namun tidak menurunkan kualitas instrumen itu sendiri. Kesimpulannya, semua butir soal digunakan.

3.6.1.2. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas perlu dilakukan untuk mengetahui konsistensi tes. Reliabilitas merujuk pada tingkat kepercayaan suatu alat ukur. Ini mengindikasikan seberapa konsisten hasil pengukuran yang diperoleh apabila pengujian diulang menggunakan instrumen yang sama (Widi E, 2011). Uji Reliabilitas dilakukan menggunakan Rasch Model berbantuan *software* Winsteps bersi 3.73. Suatu instrumen dianggap reliabel bila ia menunjukkan kesetaraan atau konsistensi hasil. Ini berarti jika instrumen yang sama diberikan kepada responden yang sama pada waktu yang berbeda, hasilnya akan cenderung konsisten atau serupa (Sumintono &Widhiarso, 2015).

Realiabilitas instrumen FTMWC diperoleh dari *output table 3.1 Summary Statistic* dengan memperhatikan nilai *Item Reliability, Person Reliability*, dan *Cronbach Alpha* (KR-20). Untuk menginterpretasikan instrumen reliabel dapat memperhatikan kriteria berikut.

Tabel 3. 8 Kriteria *Item Reliability, Person Reliability,* dan *Cronbach Alpha* (KR-20)

Kriteria Nilai	Nilai Indeks	Interpretasi
Item Realiability and Person Reliability	$r > 0{,}94$	Istimewa
	$0{,}91 \leq r \leq 0{,}94$	Bagus sekali

Kriteria Nilai	Nilai Indeks	Interpretasi
	$0{,}81 \leq r \leq 0{,}90$	Bagus
	$0{,}67 \leq r \leq 0{,}80$	Cukup
	$r < 0{,}67$	Lemah
Cronbach Alpha (KR-20)	$KR\ 20 \geq 0{,}8$	Bagus sekali
	$0{,}7 \leq KR\ 20 \leq 0{,}8$	Bagus
	$0{,}6 \leq KR\ 20 \leq 0{,}7$	Cukup
	$0{,}5 \leq KR\ 20 \leq 0{,}6$	Jelek
	$KR\ 20 < 0{,}5$	Buruk

(Sumintono &Widhiarso, 2015).

Hasil uji reliabilitas instrumen FTMWC dapat dilihat pada Gambar 3.6.

SUMMARY OF 112 MEASURED (EXTREME AND NON-EXTREME) PERSON

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD
MEAN	14.1	7.0	.15	.34				
S.D.	6.1	.0	.59	.22				
MAX.	28.0	7.0	2.05	1.40				
MIN.	2.0	7.0	-1.44	.25	.25	-2.6	.13	-1.9

REAL RMSE .42 TRUE SD .42 SEPARATION 1.01 PERSON RELIABILITY .51
MODEL RMSE .40 TRUE SD .43 SEPARATION 1.07 PERSON RELIABILITY .53
S.E. OF PERSON MEAN = .06

PERSON RAW SCORE-TO-MEASURE CORRELATION = .96
CRONBACH ALPHA (KR-20) PERSON RAW SCORE "TEST" RELIABILITY = .61

SUMMARY OF 7 MEASURED (NON-EXTREME) ITEM

	TOTAL SCORE	COUNT	MEASURE	MODEL ERROR	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD
MEAN	225.1	112.0	.00	.07	1.02	-.1	1.03	-.2
S.D.	69.7	.0	.35	.01	.23	1.7	.37	1.3
MAX.	365.0	112.0	.46	.08	1.46	2.7	1.87	2.3
MIN.	135.0	112.0	-.70	.07	.77	-2.3	.69	-2.0

REAL RMSE .08 TRUE SD .34 SEPARATION 4.41 ITEM RELIABILITY .95
MODEL RMSE .07 TRUE SD .34 SEPARATION 4.69 ITEM RELIABILITY .96
S.E. OF ITEM MEAN = .14

Gambar 3. 6 *Output table Summary statistic*

Berdasarkan Gambar 3.6, reliabilitas *person* tercatat 0,51, yang dikategorikan "lemah". Menurut Sumintono & Widhiarso (2015), interpretasi ini menyiratkan perlunya penambahan jumlah sampel atau butir soal guna mencapai koefisien reliabilitas person yang tinggi, dengan syarat sampel dengan rentang kemampuan luas atau instrumen dengan jumlah item banyak (Maslahul et al., 2022). Namun, reliabilitas *item* sebesar 0,95 menunjukkan hasil "istimewa", yang berarti instrumen FTMWC sangat baik dalam konsistensi bobot soal dan opsi jawabannya. Keadaan ini menunjukkan bahwa respon siswa terhadap FTMWC tidak konsisten, meskipun kualitas instrumen dianggap sangat baik (Kurniasih et al., 2025). Nilai *Cronbach's Alpha* (KR-20) sebesar 0,61 menunjukkan bahwa instrumen FTMWC memiliki kualitas yang "cukup" memadai. Ini berarti instrumen FTMWC memiliki kualitas yang memadai, karena mampu mengidentifikasi interaksi antara siswa (reliabilitas individu) dan butir soal secara keseluruhan (reliabilitas *item*). Berdasarkan analisis ini, dapat disimpulkan bahwa instrumen FTMWC reliabel untuk digunakan dalam penelitian ini.

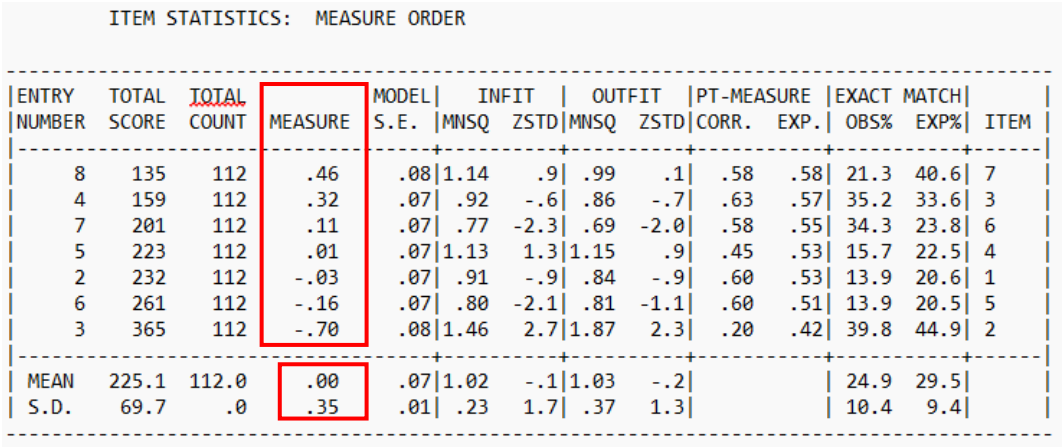
3.6.1.3. Tingkat Kesukaran

Untuk mengetahui soal itu mudah atau sukar harus dilakukan analisis Tingkat kesukaran. Tingkat kesukaran menunjukkan proporsi siswa yang dapat mengerjakan soal secara benar dari suatu tes (Sumintono & Widhiarso, 2015). Analisis dilakukan menggunakan Rasch Model. Tingkat kesukaran butir soal ditinjau dari nilai logit pada kolom *measure* dan standar deviasi (SD) yang ditunjukkan oleh *Output Table 13. Item Mesure*. Interpretasi Tingkat kesukaran ditunjukkan pada Tabel 3.9.

Tabel 3. 9 Interpretasi Tingkat Kesukaran

Interpretasi	Kriteria
Sukar	$M > +1SD$
Sedang	$+1SD \geq M \geq -1SD$
Mudah	$M < -1SD$

Hasil analisis Tingkat kesukaran instrumen FTMWC ditunjukkan pada Gambar 3.7.



ITEM STATISTICS: MEASURE ORDER

ENTRY NUMBER	TOTAL SCORE	TOTAL COUNT	MEASURE	MODEL S.E.	INFIT MNSQ	INFIT ZSTD	OUTFIT MNSQ	OUTFIT ZSTD	PT-MEASURE CORR.	PT-MEASURE EXP.	EXACT MATCH OBS%	EXACT MATCH EXP%	ITEM
8	135	112	.46	.08	1.14	.9	.99	.1	.58	.58	21.3	40.6	7
4	159	112	.32	.07	.92	-.6	.86	-.7	.63	.57	35.2	33.6	3
7	201	112	.11	.07	.77	-2.3	.69	-2.0	.58	.55	34.3	23.8	6
5	223	112	.01	.07	1.13	1.3	1.15	.9	.45	.53	15.7	22.5	4
2	232	112	-.03	.07	.91	-.9	.84	-.9	.60	.53	13.9	20.6	1
6	261	112	-.16	.07	.80	-2.1	.81	-1.1	.60	.51	13.9	20.5	5
3	365	112	-.70	.08	1.46	2.7	1.87	2.3	.20	.42	39.8	44.9	2
MEAN	225.1	112.0	.00	.07	1.02	-.1	1.03	-.2			24.9	29.5	
S.D.	69.7	.0	.35	.01	.23	1.7	.37	1.3			10.4	9.4	

Gambar 3. 7 *Output table Item measure*

Berdasarkan Gambar 3.7 dapat ditentukan Tingkat kesukaran dengan kategori diperoleh interpretasi Tingkat kesukaran instrumen FTMWC sebagai berikut.

Tabel 3. 10 Interpretasi Tingkat Kesukaran Butir Soal FTMWC

Butir Soal	***Measure***	**Standar Deviasi**	**Kriteria**	**Interpretasi**
1	-0,03	0,35	$0{,}35 \geq M \geq -0{,}35$	Sedang
2	-0,70		$M < -0{,}35$	Mudah
3	0,32		$0{,}35 \geq M \geq -0{,}35$	Sedang
4	0,01		$0{,}35 \geq M \geq -0{,}35$	Sedang
5	-0,16		$0{,}35 \geq M \geq -0{,}35$	Sedang
6	0,11		$0{,}35 \geq M \geq -0{,}35$	Sedang
7	0,46		$M > 0{,}35$	Sukar

Kolom *Measure* pada Gambar 3.7 menunjukkan urutan tingkat kesukaran dari tertinggi ke terendah yang berarti butir soal 7 merupakan butir paling sukar dan butir soal 2 merupakan butir soal mudah. Berdasarkan Tabel 3.10, diperoleh Tingkat kesukaran dengan 3 kategori yaitu sukar, sedang, dan mudah, sehingga dapat dikatakan bahwa sebaran Tingkat kesukaran teristribusi cukup baik.

Tabel 3. 11 Frekuensi dan persentase Tingkat kesukaran butir soal

Interpretasi	Frekuensi	Persentase (%)
Sukar	1	14,28
Sedang	5	71,43
Mudah	1	14,28

3.6.1.4. Daya Pembeda

Daya pembeda menunjukkan seberapa jauh tes mampu membedakan individu yang memiliki abilitas tinggi dan rendah (Sumintono & Widhiarso, 2015). Dalam mengukur daya pembeda pada instrumen ini, dilakukan analisis dengan model Rasch dengan melihat *output table 10.* item: *Fit Order* yang dengan memperhatikan kolom *Pt-measure corr.* Adapun untuk kriteria untuk *Pt-measure corr* ditunjukkan pada Tabel 3.12.

Tabel 3. 12 Interpretasi nilai *Pt-measure corr*

Nilai ***Pt-Measure Corr***	**Interpretasi**
$0{,}40 < ID$	Sangat Bagus
$0{,}30 \leq ID \leq 0{,}40$	Bagus
$0{,}20 \leq ID < 0{,}30$	Kurang Bagus
$ID < 0{,}20$	Buruk

(Smiley, 2015)

Hasil daya pembeda instrumen FTMWC yang diperoleh dari *output table Item (coloumn): fit order* ditunjukkan oleh Tabel 3.13.

Tabel 3. 13 Daya pembeda butir soal FTMWC

Butir Soal	Nilai ***Pt-Measure Corr***	Interpretasi	Keterangan
1	0,60	Sangat Bagus	Digunakan
2	0,20	Kurang Bagus	Digunakan
3	0,63	Sangat Bagus	Digunakan
4	0,45	Sangat Bagus	Digunakan

Butir Soal	Nilai *Pt-Measure Corr*	Interpretasi	Keterangan
5	0,60	Sangat Bagus	Digunakan
6	0,58	Sangat Bagus	Digunakan
7	0,58	Sangat Bagus	Digunakan

Berdasarkan Tabel 3.13, diperoleh informasi bahwa secara keseluruhan terdapat 6 butir soal memiliki daya pembeda dengan interpretasi "sangat bagus", 1 butir soal ditetapkan tidak digunakan karena mendapat kategori "kurang bagus" yang mengindikasikan butir soal kedua kurang baik dalam membedakan abilitas siswa.

Instrumen FTMWC setelah diuji kualitasnya secara keseluruhan dengan uji validitas, uji reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya pembeda, sehingga dinyatakan layak digunakan dalam penelitian.

3.6.1.5. *Flipbook* Berbasis ARaRaT

Flipbook berbasis *Augmented Reality and Rebuttal Text* (ARaRaT) digunakan sebagai bahan ajar dalam pembelajaran. Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan *flipbook* sesuai dengan konsep pembahasan pada Tabel 3.2. *Flipbook* ARaRaT diberikan kepada kelas eksperimen. AR yang digunakan untuk mengilustrasikan fenomena dalam bentuk 3D, sedangkan *Rebuttal Text* digunakan menyanggah konsepsi alternatif. Sedangkan kelas kontrol diberikan *power point* sebagai bahan ajar. *Flipbook* ARaRaT dikembangkan dengan model 4D. Berikut penjelasan tahap pengembangan *flipbook* berbasis ARaRaT yang memuat materi Karakteristik Gelombang Mekanik.

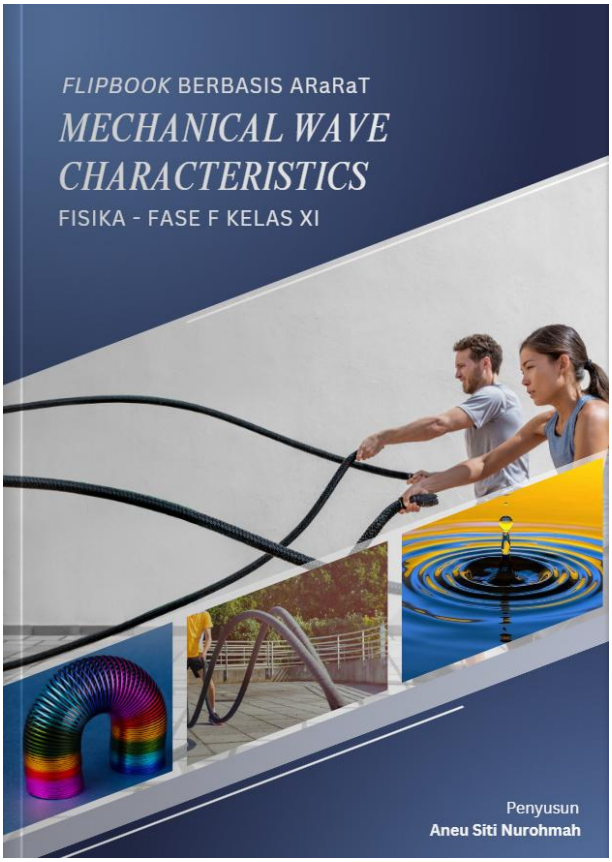
1) *Define*

Pada tahap ini dilakukan studi literatur terkait bahan ajar elektronik dan melakukan wawancara kepada guru fisika SMA terkait tentang kebutuhan bahan ajar elektronik yang memuat materi lengkap dan dilengkapi animasi, simulasi dan sebagainya (multirepresentasi). Selain itu, pengembang berliterasi konsepsi siswa khususnya dalam materi karakteristik gelombang mekanik yang mencakup sub-konsep gelombang,

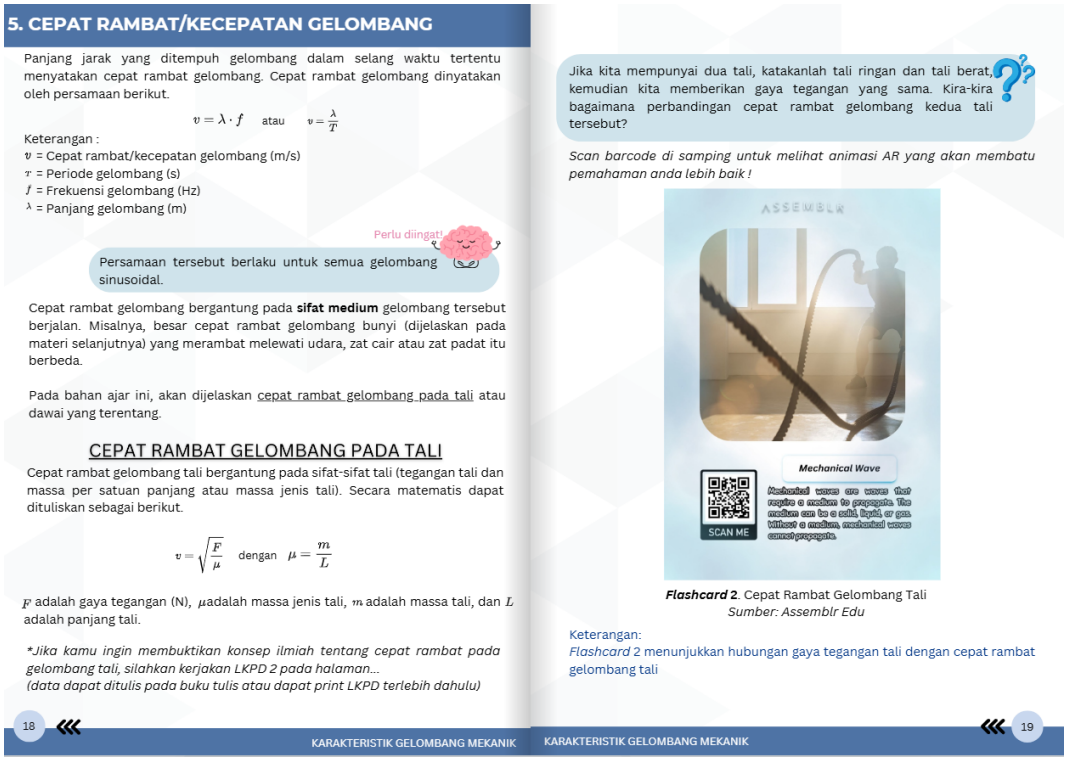
jenis gelombang, besaran fisis gelombang, dan sifat-sifat gelombang mekanik, analisis kurikulum, dan membuat modul ajar. Pengembang Menyusun *rebuttal text* berdasarkan temuan konsepsi alternatif/miskonsepsi pada materi, dan membuat simulasi AR menggunakan *assemblr edu.*

2) *Design*

Setelah melakukan studi literatur, pada tahap ini peneliti merancang *flipbook* mulai dari sampul *flipbook*, penyusunan materi, LKPD yang disesuaikan dengan tahap pembelajaran CCM, gambar, animasi, video, simulasi AR, dan *rebuttal text*. Desain sampul *flipbook* ARaRaT dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Desain Sampul *Flipbook* ARaRaT



5. CEPAT RAMBAT/KECEPATAN GELOMBANG

Panjang jarak yang ditempuh gelombang dalam selang waktu tertentu menyatakan cepat rambat gelombang. Cepat rambat gelombang dinyatakan oleh persamaan berikut.

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{atau} \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

Keterangan :
v = Cepat rambat/kecepatan gelombang (m/s)
T = Periode gelombang (s)
f = Frekuensi gelombang (Hz)
λ = Panjang gelombang (m)

Perlu diingat!

Persamaan tersebut berlaku untuk semua gelombang sinusoidal.

Cepat rambat gelombang bergantung pada **sifat medium** gelombang tersebut berjalan. Misalnya, besar cepat rambat gelombang bunyi (dijelaskan pada materi selanjutnya) yang merambat melewati udara, zat cair atau zat padat itu berbeda.

Pada bahan ajar ini, akan dijelaskan cepat rambat gelombang pada tali atau dawai yang terentang.

CEPAT RAMBAT GELOMBANG PADA TALI

Cepat rambat gelombang tali bergantung pada sifat-sifat tali (tegangan tali dan massa per satuan panjang atau massa jenis tali). Secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut.

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{dengan} \quad \mu = \frac{m}{L}$$

F adalah gaya tegangan (N), μadalah massa jenis tali, m adalah massa tali, dan L adalah panjang tali.

**Jika kamu ingin membuktikan konsep ilmiah tentang cepat rambat pada gelombang tali, silahkan kerjakan LKPD 2 pada halaman...*
(data dapat ditulis pada buku tulis atau dapat print LKPD terlebih dahulu)

18 KARAKTERISTIK GELOMBANG MEKANIK

Jika kita mempunyai dua tali, katakanlah tali ringan dan tali berat, kemudian kita memberikan gaya tegangan yang sama. Kira-kira bagaimana perbandingan cepat rambat gelombang kedua tali tersebut?

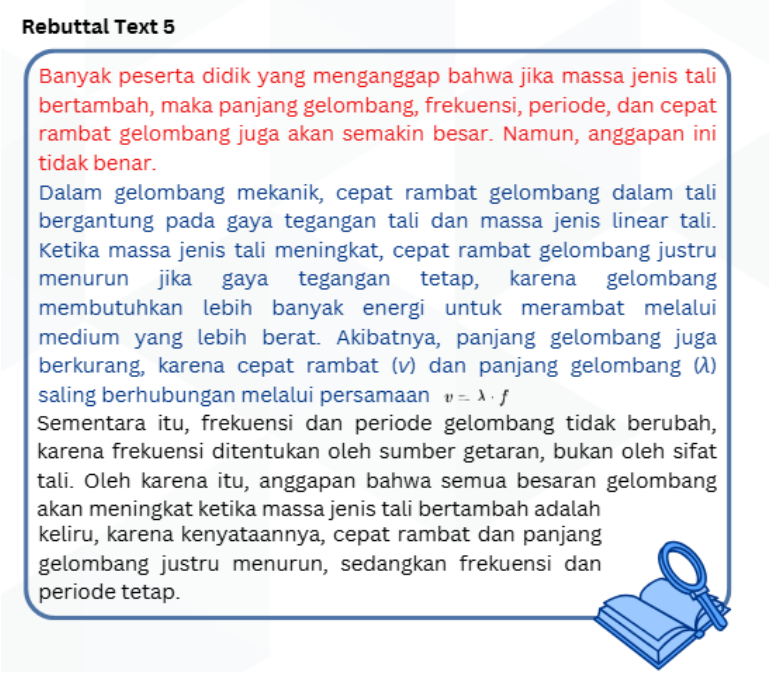
Scan barcode di samping untuk melihat animasi AR yang akan membatu pemahaman anda lebih baik !

Flashcard 2. Cepat Rambat Gelombang Tali
Sumber: Assemblr Edu

Keterangan:
Flashcard 2 menunjukkan hubungan gaya tegangan tali dengan cepat rambat gelombang tali

KARAKTERISTIK GELOMBANG MEKANIK 19

Gambar 3. 9 Contoh *Flashcard* AR pada *Flipbook* ARaRaT



Rebuttal Text 5

Banyak peserta didik yang menganggap bahwa jika massa jenis tali bertambah, maka panjang gelombang, frekuensi, periode, dan cepat rambat gelombang juga akan semakin besar. Namun, anggapan ini tidak benar.

Dalam gelombang mekanik, cepat rambat gelombang dalam tali bergantung pada gaya tegangan tali dan massa jenis linear tali. Ketika massa jenis tali meningkat, cepat rambat gelombang justru menurun jika gaya tegangan tetap, karena gelombang membutuhkan lebih banyak energi untuk merambat melalui medium yang lebih berat. Akibatnya, panjang gelombang juga berkurang, karena cepat rambat (v) dan panjang gelombang (λ) saling berhubungan melalui persamaan $v = \lambda \cdot f$

Sementara itu, frekuensi dan periode gelombang tidak berubah, karena frekuensi ditentukan oleh sumber getaran, bukan oleh sifat tali. Oleh karena itu, anggapan bahwa semua besaran gelombang akan meningkat ketika massa jenis tali bertambah adalah keliru, karena kenyataannya, cepat rambat dan panjang gelombang justru menurun, sedangkan frekuensi dan periode tetap.

Gambar 3. 10 Contoh *Rebuttal Text* pada *Flipbook* ARaRaT

3) Develop

Tahap *develop* yaitu melakukan pengembangan *flipbook* ARaRaT dengan melakukan uji kelayakan media yang melibatkan 5 (3 dosen dan 2 guru) ahli materi dan ahli media. Validator diminta memberikan penilaian terhadap media yang akan digunakan dalam penelitian. Setiap validator diminta untuk memberikan tanda *checklist* pada lima belas (15) indikator di setiap butir soal berupa "Sangat Baik" dengan skor 4, "Baik" dengan skor 3, "Cukup Baik" dengan skor 2, atau "Kurang Baik" dengan skor 1. Uji validasi memperhatikan indikator dalam lembar validasi yang terdiri dari 3 pernyataan aspek konstruk, 4 pernyataan aspek materi, 4 pernyataan aspek grafis, dan 4 pernyataan aspek kebahasaan. Adapun indikator yang dinilai pada lembar validasi ahli media dapat dilihat pada Lampiran 4.1.4. Skor yang diperoleh dari setiap validator selanjutnya dianalisis menggunakan persamaan berikut (Afikah et al., 2024).

$$R = \frac{f}{n} \times 100\% \qquad (3.3)$$

$R =$ Persentase

$f =$ jumlah skor yang diperoleh

$n =$ Total maksimum skor

Adapun interpretasi kelayakan media ditunjukkan pada Tabel 3.14.

Tabel 3. 14 Kriteria Validasi Media

Persentase (%)	**Kriteria validasi**
75-100	Valid
50-74,99	Cukup Valid
25-49,99	Kurang Valid
0-24,99	Tidak Valid

(Afikah et al., 2024)

Kelima validator menyatakan bahwa media dapat diuji cobakan dalam penelitian dengan mempertimbangkan saran perbaikan dari setiap validator (Lampiran 4.6). Berikut ringkasan nilai kelayakan media *flipbook* ARaRaT.

Tabel 3. 15 Persentase dan Kelayakan Media *Flibook* ARaRaT

Aspek	Persentasi Rata-Rata Validator (%)	Kriteria
Konstruk	81,67	Valid
Materi	81,25	Valid
Grafis	75,00	Valid
Bahasa	82,50	Valid

4) Disseminate

Setelah melakukan uji kelayakan media dan mendapat *judgement* bahwa media layak digunakan dengan perbaikan sesuai saran, *flipbook* ARaRaT dapat digunakan dalam pembelajaran yang diberikan kepada kelas eksperimen dengan menerapkan pembelajaran CCM.

3.6.2. Lembar Observasi Keterlaksanaan Pembelajaran

Lembar keterlaksanaan dibuat untuk menilai keterlaksanaan pembelajaran CCM. Lembar keterlaksanaan pembelajaran yang diisi oleh observer melalui observasi di kelas selama pembelajaran. Lembar observasi yang digunakan berupa lembar *checklist* untuk mengamati aktivitas guru dan peserta didik yang disusun berdasarkan tahapan pembelajaran CCM disertai indikator penilaian keterlaksanaan (Lampiran 3.2).

3.6.3. Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik dibutuhkan untuk memperoleh respon peserta didik terhadap pembelajaran pembelajaran *conceptual change model* (CCM). Angket ini diberikan setelah siswa mengerjakan *post-test*. Angket yang diberikan berupa *google form* dengan menggunakan skala *likert* 1 sampai 5. Skala *likert* digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang tentang fenomena atau gejala sosial yang terjadi (Amiruddin, 2022).

Angket disusun berdasarkan tiga indikator utama yaitu efektivitas pembelajaran *conceptual change model* (CCM) berbantuan *flipbook* ARaRaT, keterkaitan pembelajaran *conceptual change model* (CCM) berbantuan *flipbook* ARaRaT dengan pemahaman konsep peserta didik, dan penggunaan media *flipbook* ARaRaT pada pembelajaran CCM (Lampiran 3.3). Adapun untuk kategori pernyataan respon peserta didik ditunjukkan pada Tabel 3.15.

Tabel 3. 16 Skala *Likert* Angket Respon Peserta Didik

Skala Likert	Kategori
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Ragu-Ragu
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

(Sugiyono, 2013)

3.6.4. Panduan Wawancara Semi-terstruktur

Respon peserta didik juga dianalisis dari hasil wawancara dengan melakukan penarikan kesimpulan dengan Teknik analisis isi dan Teknik analisis tematik (Bastian et al., 2018). Sebelum wawancara, peneliti menyiapkan pertanyaan wawancara yang terdiri dari 3 pertanyaan untuk menggali respon terhadap pembelajaran CCM, 4 pertanyaan untuk menggali respon terhadap *flipbook* berbasisi ARaRaT, dan 2 pertanyaan untuk menggali respon terhadap perubahan konsepsi peserta didik (Lampiran 3.4).

3.7. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam tiga fase yaitu tahap awal (perencanaan), tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Prosedur lengkap penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.17.

Tabel 3. 17 Prosedur Penelitian

Tahap Penelitian	Kegiatan
Tahap Awal	Studi Literatur & Studi Pendahuluan
	Membuat proposal penelitian
	Menyusun perangkat pembelajaran
	Menyusun instrumen tes diagnostik miskonsepsi
	Validasi ahli media dan perbaikan
	Validasi media (*flipbook* ARaRaT) dan perbaikan
	Uji coba instrumen tes diagnostik miskonsepsi
	Analisis kelayakan instrumen tes diagnostik miskonsepsi
	Perbaikan instrumen tes diagnostik miskonsepsi dari hasil uji coba dan analisis
Tahap Pelaksanaan	Melakukan *pre-test*
	Melaksanakan pembelajaran (*treatment*)
	Melakukan *post-test*
	Memberikane angket respon terhadap pembelajaran kepada peserta didik
	Melakukan wawancara semi-terstruktur
Tahap Akhir	Mengolah dan menganalisis data penelitian dari hasil *pre-test* dan *post-test*
	Menyusun laporan akhir
	Melaporkan laporan akhir

3.8. Analisis Data

3.8.1. Keterlaksanaan Penerapan *Conceptual Change Model* Berbantuan *Flipbook* Berbasis ARaRaT Untuk Mereduksi Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Karakteristik Gelombang Mekanik

Untuk mengukur keterlaksanaan pembelajaran CCM berbantuan *flipbook* ARaRaT pada materi Karakteristik Gelombang Mekanik, dilakukan observasi oleh observer dengan mengisi lembar observasi di setiap pertemuan. Lembar observasi

pembelajaran bertujuan mengetahui keterlaksanaan setiap kegiatan pembelajaran yang dilakukan oleh guru dan peserta didik. Lembar observasi terdiri dari dua alternatif jawaban "Ya" dan "Tidak", disertai kolom keterangan untuk menuliskan komentar dan saran dari observer. Hasil observasi dihitung dengan persentase keterlaksanaan pembelajaran menggunakan persamaan berikut (Anjarwati & Nasrudin, 2022)

$$PK = \frac{Jumlah\ skor\ keterlaksanaan}{Skor\ maksimal} \times 100\% \qquad (3.4)$$

Keterangan:

PK: Persentase Keterlaksanaan

Hasil dari persentase tersebut dideskripsikan dengan berdasarkan kriteria berikut.

Tabel 3. 18 Kriteria Keterlaksanaan Pembelajaran

Persentase (%)	**Kriteria**
$0 \leq PK \leq 20$	Sangat Buruk
$20 < PK \leq 40$	Buruk
$40 < PK \leq 60$	Cukup
$60 < PK \leq 80$	Bagus
$80 < PK \leq 100$	Sangat Bagus

(Anjarwati & Nasrudin, 2022)

3.8.2. Persentase Miskonsepsi dan Penurunan Miskonsepsi Setelah Diterapkan *Conceptual Change Model* Berbantuan *Flipbook* Berbasis ARaRaT

Untuk mengetahui penurunan miskonsepsi peserta didik, harus terlebih dahulu mengetahui persentase miskonsepsi yang terjadi. Hasil persentase miskonsepsi selanjutnya digunakan untuk menganalisis penurunan miskonsepsi pada peserta didik.

Berdasarkan perolehan hasil *pre-test* dan *post-test,* peneliti melakukan pengelompokkan berdasarkan kriteria konsepsi. Kriteria konsepsi peserta didik terdiri dari *Sound Understanding* (SU), *Partial Understanding Positive* (PU+), *Partial Understanding Negative* (PU-), *No Understanding* (NU), *Misconception* (MC), dan *No Coding* (NC) (Mufida et al., 2024). Kategori konsepsi peserta didik yang ingin diketahui dalam penelitian ini adalah *Misconception* (MC). Konsepsi peserta didik dikelompokkan berdasarkan kriteria konsepsi yang ditunjukkan pada Tabel 2.2. Seteleh dilakukan pengelompokkan konsepsi, kemudian diidentifikasi jawaban peserta didik yang mengalami miskonsepsi untuk mengetahui persentase miskonsepsi. Persentase miskonsepsi diihtung berdasarkan persamaan yang diadaptasi dari (Samsudin, Cahyani, et al., 2021).

$$Kriteria\ Konsepsi\ (\%) = \frac{jumlah\ peserta\ didik\ pada\ satu\ level\ konsepsi}{jumlah\ keseluruhan\ peserta\ didik} \times 100\% \quad (3.5)$$

Hasil persentase miskonsepsi diinterpretasikan berdasarkan nilai persentase yang ditunjukkan pada Tabel 3.19.

Tabel 3. 19 Kategori Persentase Miskonsepsi Peserta Didik

Persentase Miskonsepsi (%)	**Kategori Miskonsepsi**
$0 \leq MC \leq 30$	Rendah
$30 < MC \leq 60$	Sedang
$60 < MC \leq 100$	Tinggi

(Handayani 2018)

Untuk menghitung persentase tingkat miskonsepsi seluruh peserta didik dari seluruh soal dapat menggunakan berikut.

$$\bar{X} = \frac{\sum P}{\sum S} \times 100\% \qquad (3.6)$$

Keterangan:

$\bar{X}$: persentase rerata miskonsepsi seluruh peserta didik dari seluruh soal (%)

$\sum P$: jumlah peserta miskonsepsi individu peserta didik

$\sum S$: jumlah peserta didik yang mengikuti tes

Setelah menghitung persentase miskonsepsi individu peserta didik, selanjutnya dapat dilakukan perhitungan persentase miskonsepsi pada setiap sub konsep, yaitu dengan menggunakan Persamaan berikut.

$$R = \frac{\sum MC}{\sum S} \times 100\% \qquad (3.7)$$

R : persentase tingkat miskonsepsi tiap sub konsep (%)

$\sum MC$: jumlah peserta didik yang masuk dalam kriteria miskonsepsi tiap sub konsep

$\sum S$: jumlah peserta didik yang mengikuti tes

Untuk mengetahui penurunan miskonsepsi peserta didik setelah diberikan perlakuan, dilakukan analisis DQM *(the decreasing of the quantity student that misconception)* atau analisis Penurunan Kuantitas Miskonsepsi (PKM). Persamaan yang digunakan merupakan formulasi ulang persamaan n-*gain* oleh (Hake 1999).

$$< PKM > = \frac{\%<S_i> - \%<S_f>}{\%<S_i> - \%ideal} \qquad (3.8)$$

Keterangan:

$< PKM >$ = rerata penurunan kuantitas miskonsepsi

$\% < S_i >$ = rerata persentase miskonsepsi saat *pre-test*

$\% < S_f >$= rerata persentase miskonsepsi saat *post-test*

$\%ideal$ = persentase ideal jumlah siswa yang miskonsepsi (0%)

Hasil tersebut akan diinterpretasikan berdasarkan tabel berikut.

Tabel 3. 20 Interpretasi PKM

Interval PKM	**Interpretasi**
$PKM \leq 0{,}3$	Rendah
$0{,}3 < PKM \leq 0{,}7$	Sedang
$PKM > 0{,}7$	Tinggi

(Muliyani & Kurniawan, 2021); (Aminudin, 2019)

3.8.3. Efektivitas Penerapan *Conceptual Change Model* Berbantuan *Flipbook* Berbasis ARaRaT Untuk Mereduksi Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Karakteristik Gelombang Mekanik

Efektivitas pembelajaran CCM berbantuan *flipbook* berbasis ARaRaT dapat diketahui dengan melakukan analisis *effect size* yang distandarisasi oleh standar deviasi gabungan Menurut Cohen (Becker, 2000), *effect size Cohen's* merupakan perbedaan antara dua rerata dibagi dengan standar deviasi gabungan. Dalam penelitian ini, peneliti memperoleh nilai *effect size* dari hasil analisis menggunakan persamaan (3.9 dan 3.10) dengan bantuan *Microsoft Excel*. Kemudian hasil dari perhitungan diinterpretasikan berdasarkan Tabel 3.21.

$$SD_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1-1)\times S_1^2+(n_2-1)\times S_2^2}{n_1+n_2-2}} \qquad (3.9)$$

Keterangan:

SD_{pooled} : standar deviasi gabungan

n_1 : jumlah sat akelas eksperimen

n_2 : jumlah data kelas kontrol

S_1 : varians kelas eksperimen

S_2 : varians kelas kontrol

Setelah standar deviasi gaungan diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai effect size dengan menggunakan persamaan 3.10 berikut.

$$d = \frac{\bar{X}_1-\bar{X}_2}{SD_{pooled}} \qquad (3.10)$$

Keterangan:

d : *Cohen's d Effect Size*

$\bar{X}_1$: Rerata kelas eksperimen

$\bar{X}_2$: Rerata kelas kontrol

SD_{pooled} : standar deviasi gabungan

Kemudian hasil dari perhitungan diinterpretasikan berdasarkan Tabel 3.21.

Tabel 3. 21 Interpretasi Effect Size Cohen's

Nilai	Interpretasi
$0{,}8 \leq d < 2{,}0$	Tinggi
$0{,}5 \leq d < 0{,}8$	Sedang
$0{,}2 \leq d < 0{,}5$	Kecil

Cohen dalam (Becker, 2000)

3.8.4. Respon Peserta Didik terhadap Penerapan *Conceptual Change Model* Berbantuan *Flipbook* Berbasis ARaRaT Untuk Mereduksi Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Karakteristik Gelombang Mekanik

Respon peserta didik terhadap Penerapan *Conceptual Change Model* Berbantuan *Flipbook* Berbasis ARaRaT Untuk Mereduksi Miskonsepsi Peserta Didik Pada Materi Karakteristik Gelombang Mekanik, diperoleh dari hasil angket respon peserta didik dan hasil wawancara semi-terstruktur. Angket respon berupa pernyataan positif yang terdiri dari aspek pembelajaran CCM, keterkatitan CCM dengan pemahaman siswa, dan aspek penggunaan bahan ajar yang digunakan (*flipbook* ARaRaT). Setiap pernyataan diberikan nilai menggunakan skala *Likert* 1-5 dengan kategori "Sangat Tidak Setuju" diberi nilai 1, kategori "Tidak Setuju" diberi nilai 2, kategori "Ragu-ragu" diberi nilai 3, kategori "Setuju" diberi nilai 4, dan kategori "Sangat Setuju" diberi nilai 5. Hasil angket respon siswa dianalisis menggunakan Rasch Model dengan melihat distribusi responden pada Wright map.

Respon peserta didik juga dianalisis dengan melakukan penarikan kesimpulan dari wawancara semi terstruktur dengan Teknik analisis tematik (Bastian et al., 2018). Bastian et al., (2018) menjelaskan proses analisis tematik dapat menggunakan teknik interpretatif seperti analisis metafora atau dengan mempelajari apa yang tersirat.