

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dipaparkan metode penelitian yang sifatnya prosedural. Metodologi penelitian dimulai dengan metode penelitian, model pengembangan, prosedur penelitian, teknik pengumpulan data, instrumen penelitian dan teknis analisis data.

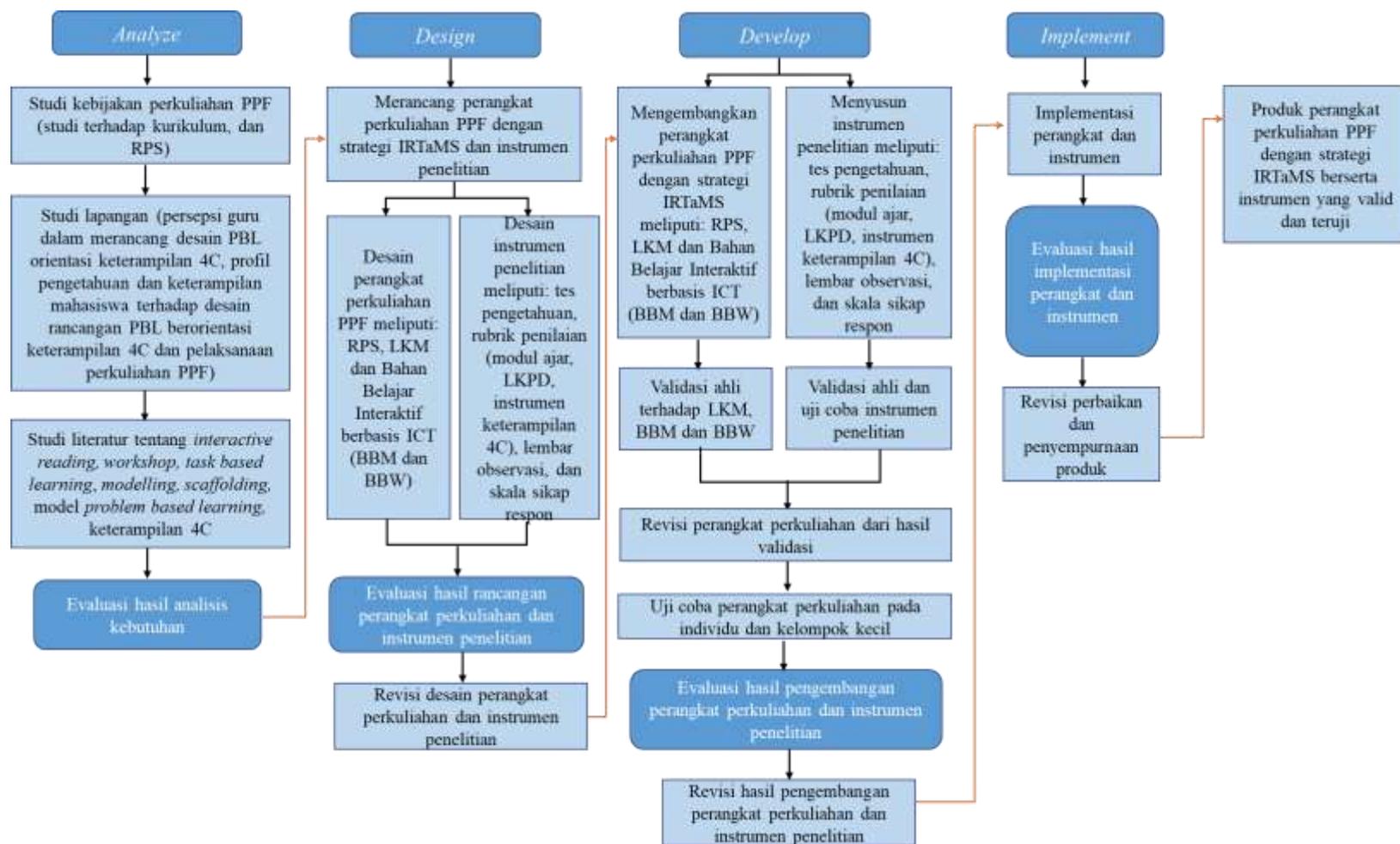
3.1 Metode Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengembangkan program perkuliahan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Pengembangan difokuskan pada perkuliahan perencanaan pengajaran fisika (PPF) yang diajarkan pada semester 5 program studi pendidikan fisika dengan bobot 3 sks. Mata Kuliah PPF merupakan mata kuliah wajib program studi dengan kode MKWP dan termasuk dalam rumpun desain instruksional. Pengembangan program dilakukan berdasarkan hasil studi pendahuluan terhadap kesulitan guru dan mahasiswa calon guru fisika dalam mendesain pembelajaran yang mengacu pada model PBL dan pentingnya menerapkan PBL dalam pembelajaran fisika dalam rangka meningkatkan keterampilan 4C siswa.

Berdasarkan tujuan penelitian yaitu menghasilkan produk program perkuliahan secara valid dan teruji maka metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Developmental Research* (DR) (Akker, 2013). *Developmental Research* atau penelitian pengembangan adalah metode penelitian yang berfokus pada pengembangan dan validasi produk khususnya dalam bidang pendidikan dan teknologi melalui proses sistematis berbasis teori dan empiris, tidak hanya menciptakan produk tetapi juga mengembangkan prosesnya secara bertahap (Richey & Klein, 2014). Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan metode ini dalam mengembangkan produk pembelajaran (Cruz, 2025; Ibrahim, 2016; Maksum, dkk., 2023; Nabayra, 2023).

3.2 Model Pengembangan Produk

Model pengembangan yang digunakan adalah model pengembangan ADDIE meliputi tahapan *analyze, design, develop, implementation* dan *evaluation* (Tolboom & Kuiper, 2013; Branch, 2009). Model ADDIE merupakan salah satu model yang paling umum digunakan dalam pengembangan produk instruksional (Aldoobie, 2015). Bagan model pengembangan yang bertujuan untuk mengembangkan program perkuliahan PPF dan uji implementasi produk dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Bagan Model Pengembangan ADDIE Pada Penelitian

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian didasari atas tahapan model pengembangan ADDIE terdiri atas lima tahapan, yaitu tahap *analyze*, tahap *design*, tahap *develop*, tahap *implement*, dan tahap *evaluate*. Langkah dalam penelitian disajikan secara detail untuk tiap tahapan sebagai berikut.

1. Tahap *Analyze*

Pada tahap analisis dilakukan analisis kebutuhan dan evaluasi hasil analisis. Analisis kebutuhan bertujuan untuk mengkaji secara mendalam permasalahan yang ada pada mata kuliah PPF. Kajian ini meliputi identifikasi kesenjangan antara tuntutan kompetensi dengan kondisi di lapangan, analisis penyebab atau akar masalah, serta penentuan alternatif solusi yang ditawarkan. Pada tahap ini dilakukan beberapa kegiatan meliputi: studi kebijakan untuk mengidentifikasi tuntutan kompetensi hasil perkuliahan sesuai kurikulum, studi lapangan untuk mengidentifikasi kondisi riil terkait pelaksanaan perkuliahan, dan kompetensi mahasiswa serta studi literatur untuk mengidentifikasi alternatif solusi masalah yang dihadapi dan penelitian terdahulu yang relevan dengan variabel penelitian.

Studi kurikulum meliputi: analisis profil dan CPL mahasiswa melalui telaah dokumen kurikulum dan RPS PPF yang biasa digunakan, analisis kompetensi mahasiswa berdasarkan kebijakan pemerintah, dan analisis pembelajaran abad ke-21 sesuai dengan yang diamanatkan kurikulum. Studi lapangan meliputi: (1) observasi perkuliahan PPF di kelas, (2) melakukan tes pengetahuan tentang desain pembelajaran PBL berorientasi keterampilan 4C kepada 99 mahasiswa pendidikan fisika semester 5 dan 7. Partisipan dipilih berdasarkan karakteristik yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu mahasiswa semester 5 dan 7 yang sedang dan telah menempuh mata kuliah PPF. (3) Mengukur keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Partisipan yang dilibatkan terdiri dari 52 mahasiswa pendidikan fisika. Partisipan dipilih sesuai dengan data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu mahasiswa yang sedang dan telah menempuh mata kuliah PLP 2. (4) Mengukur persepsi guru dalam merancang pembelajaran fisika berbasis model PBL dan analisis modul ajar yang dibuat oleh guru. Partisipan yang dilibatkan sebanyak 15 guru IPA dan fisika

dipilih berdasarkan karakteristik yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu guru yang pernah merancang dan mengimplementasikan model PBL dalam pembelajaran. Selanjutnya studi literatur yaitu studi terhadap artikel yang berkaitan dengan variabel penelitian, dan studi terhadap hasil penelitian sebelumnya.

Data yang diperoleh dari berbagai kegiatan tersebut kemudian dievaluasi secara menyeluruh untuk menilai relevansi dan efektivitas antara tuntutan kompetensi, kondisi di lapangan, dan alternatif solusi yang diidentifikasi. Hasil evaluasi ini menjadi masukan untuk pengembangan program perkuliahan PPF yang bertujuan meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam merancang pembelajaran mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C.

2. Tahap *Design*

Pada tahap *design* dilakukan perancangan program perkuliahan dan evaluasi hasil rancangan program perkuliahan. Perancangan program perkuliahan mencakup: (1) perangkat perkuliahan, meliputi Rencana Pembelajaran Semester (RPS), Lembar Kerja Mahasiswa (LKM), Bahan Belajar Mandiri (BBM), dan Bahan Belajar *Workshop* (BBW); serta (2) instrumen pengumpulan data penelitian. Perangkat perkuliahan dirancang menggunakan strategi *interactive reading*, *task*, *modelling*, dan *scaffolding* (IRTaMS) dengan orientasi pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C. Dua moda perkuliahan dirancang, yaitu: (1) perkuliahan *online*, menggunakan strategi *interactive reading* berbantuan BBM, dan (2) perkuliahan *offline*, menggunakan strategi *interactive reading*, *task*, *modelling*, dan *scaffolding* berbantuan BBW.

BBM disusun dalam format bahan belajar interaktif berbentuk elektronik menggunakan aplikasi *flipbook* yang dapat diakses secara *online*. BBM ini mencakup keseluruhan materi mata kuliah PPF, untuk mendukung mahasiswa dalam memahami karakteristik abad ke-21, keterampilan 4C, pembelajaran abad ke-21, desain pembelajaran fisika, serta model PBL.

Sementara itu, BBW difokuskan pada tugas, *scaffolding*, dan *modelling* yang dirancang untuk meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam menyusun perangkat pembelajaran yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan

4C. Instrumen pengumpulan data penelitian dirancang untuk mengukur pengetahuan, keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C, keterlaksanaan program perkuliahan, dan respon mahasiswa terhadap pelaksanaan perkuliahan.

Hasil rancangan program perkuliahan dan instrumen kemudian dievaluasi secara menyeluruh melalui diskusi dengan dosen pembimbing dan penilaian ahli terhadap rancangan program perkuliahan. Hasil evaluasi tersebut digunakan untuk menilai relevansi rancangan yang telah dibuat dengan tujuan penelitian. Berdasarkan hasil evaluasi, dilakukan revisi guna menyempurnakan rancangan program perkuliahan dan instrumen agar lebih sesuai dengan kebutuhan penelitian serta memastikan ketercapaian tujuan yang telah ditetapkan.

3. Tahap *Develop*

Pada tahap pengembangan dilakukan empat kegiatan yaitu: (1) membuat produk berdasarkan rancangan pada tahap desain, (2) melakukan validasi ahli terhadap produk yang dikembangkan, (3) pelaksanaan uji coba produk, dan (4) evaluasi hasil pengembangan. Produk yang dibuat adalah program perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Produk program perkuliahan yang dihasilkan yaitu rencana pembelajaran semester (RPS), bahan belajar (BBM dan BBW), lembar kerja mahasiswa (LKM), soal tes pengetahuan tentang mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C, lembar penilaian keterampilan mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C, lembar observasi keterlaksanaan perkuliahan, dan skala sikap respon. Hasil pengembangan produk kemudian divalidasi oleh lima orang ahli pendidikan fisika. Validasi ahli menggunakan lembar validasi RPS, BBM, BBW dan instrumen penelitian.

Berdasarkan hasil validasi dilakukan evaluasi dan revisi produk perangkat perkuliahan dan instrumen pengumpul data. Hasil revisi instrumen pengumpul data selanjutnya diujicobakan kepada mahasiswa yang sedang dan telah menempuh mata kuliah PPF. Uji coba instrumen bertujuan untuk memperoleh informasi terkait

kualitas instrumen meliputi: reliabilitas dan tingkat kesukaran soal. Selanjutnya dilakukan uji coba individu terhadap BBM dan BBW pada lima orang mahasiswa. Uji coba individu bertujuan untuk memperoleh informasi terkait keterbacaan dan kemudahan mahasiswa dalam memaknai materi yang disajikan pada bahan belajar.

Perangkat perkuliahan yang telah direvisi berdasarkan saran dan masukan ahli, selanjutnya diujicobakan di lapangan pada kelompok kecil. Uji coba kelompok kecil bertujuan untuk mengetahui efektivitas dan mendapatkan umpan balik atas penerapan program perkuliahan dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Informasi yang diperoleh berupa data kuantitatif dan kualitatif dari hasil uji coba kelompok kecil digunakan untuk melakukan revisi program perkuliahan. Uji coba program perkuliahan dilakukan pada mahasiswa pendidikan fisika di salah Perguruan Tinggi Kalimantan Barat sebanyak 14 orang mahasiswa. Uji coba diawali dengan pemberian penjelasan kepada mahasiswa terkait perkuliahan PPF dan pemberian tugas awal (*pre-task*) berupa tugas mendesain modul ajar berbasis model PBL berorientasi keterampilan 4C, menyusun LKPD, dan mengonstruksi instrumen keterampilan 4C. Tugas dikumpulkan mahasiswa secara *online* melalui *Google Classroom*. Selanjutnya dilakukan intervensi sebanyak 11x pertemuan meliputi: 1x pertemuan secara *offline* berupa orientasi perkuliahan, pemberian tes awal dan tugas awal; 3x pertemuan penguatan materi secara *online* melalui pembelajaran mandiri berbantuan bahan belajar mandiri (BBM), dan 6x pertemuan pelatihan keterampilan secara *offline* (tatap muka) melalui pembelajaran *workshop* berbantuan bahan belajar *workshop* (BBW), dan 1x pertemuan pengumpulan tugas akhir dan pengisian skala sikap. Setiap akhir pembelajaran mandiri, calon guru diberikan tes dalam bentuk pilihan ganda yang dikerjakan melalui *Google Form*. Kegiatan perkuliahan setiap pertemuan saat uji coba diamati oleh satu observer dengan menggunakan lembar observasi keterlaksanaan perkuliahan PPF. Hasil observasi keterlaksanaan perkuliahan di setiap pertemuan kemudian dievaluasi dan hasil evaluasi menjadi rujukan dalam perbaikan desain pembelajaran.

Evaluasi dilakukan secara keseluruhan terhadap hasil pengembangan perangkat perkuliahan dan instrumen penelitian melalui hasil analisis data kualitatif dan kuantitatif, sehingga dihasilkan perangkat dan instrumen yang layak dan siap diimplementasikan. Selanjutnya penentuan jadwal implementasi perkuliahan dan pengumpulan data.

4. Tahap *Implement*

Pada tahap ini dilakukan proses implementasi produk pengembangan program perkuliahan PPF yang telah direvisi berdasarkan hasil uji coba lapangan dan evaluasi hasil implementasi. Tahapan implementasi dilakukan dengan menggunakan *Within-Subject Approach* (Edmonds & Kennedy, 2017). Adapun desain yang digunakan yaitu *Within-Subject Approach* untuk data *pre-test*, *posttest* yang disajikan pada Gambar 3.2 dan data *pre-task*, *posttask* disajikan pada Gambar 3.3. Pemilihan desain *pre-post* kelompok tunggal dipertimbangkan dengan alasan: (1) adanya keterbatasan kelompok partisipan dalam penelitian; (2) penelitian ini berfokus untuk mengevaluasi perubahan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa sebagai efek dari implementasi program perkuliahan; (3) penelitian ini mengembangkan program perkuliahan yang dikemas dalam bentuk pelatihan (*workshop*) sehingga tidak memungkinkan untuk dibandingkan dengan program perkuliahan dalam bentuk pelatihan lainnya. Beberapa penelitian juga menggunakan desain *pre-post* kelompok tunggal untuk mengevaluasi seperti: Chang, dkk. (2022); dan Little, dkk. (2019).

Sampel	Pre-Test	Perlakuan	Post-Test
NR	O ₁	X ₁ , X ₂ , ..., X ₁₄	O ₁

Keterangan: NR=*Non Random*, O₁ (tes pengetahuan tentang desain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C), X (penerapan perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS)

Gambar 3.2. Desain *Within-Subject Approach (One-Group Pre-Test and Posttest)*

Sampel	Pre-Task	Perlakuan	Post-Task
NR	O ₂ O ₃ O ₄	X ₁ , X ₂ , ..., X ₁₄	O ₂ O ₃ O ₄

Keterangan: NR=Non Random, O₂ (tugas membuat instrumen penilaian keterampilan 4C), O₃ (tugas mendesain modul ajar yang mengacu model PBL berorientasi 4C), O₄ (tugas mendesain LPKD mengacu model PBL berorientasi 4C), X (penerapan perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS)

Gambar 3.3. Desain *Within-Subject Approach (One-Group Pre-Task and Posttask)*

Implementasi dilakukan pada seluruh mahasiswa calon guru fisika di salah satu Perguruan Tinggi Kalimantan Barat sebanyak 24 orang mahasiswa terdiri dari 4 mahasiswa laki-laki dan 20 mahasiswa perempuan. Kegiatan perkuliahan diawali dengan pemberian *pre-test* dan *pre-task* melalui *Google Classroom*. Kegiatan perkuliahan dilakukan dalam dua moda yaitu moda *online* dan moda *offline* dengan menggunakan aplikasi *Google Classroom*. Pada pembelajaran *online*, mahasiswa secara mandiri mempelajari materi yang tersaji BBM dengan bantuan bimbingan dari dosen (peneliti). Sedangkan pada pembelajaran *offline* (tatap muka), mahasiswa secara berkelompok dalam kegiatan *workshop* mengerjakan tugas yang diberikan dengan bantuan *scaffolding* dan *modelling* yang disajikan dalam BBW. Dosen memberikan bantuan dan bimbingan kepada mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam menyelesaikan tugas. BBM dan BBW diunggah pada *Google Classroom* H-5 sebelum waktu perkuliahan. Daftar kehadiran dibagikan melalui *Google Classroom* 15 menit sebelum jam perkuliahan dan ditutup 15 menit setelah jam perkuliahan. Hal ini untuk memastikan bahwa mahasiswa siap untuk mempelajari materi pada pertemuan tersebut. Pada perkuliahan mandiri, dosen membagikan tes akhir melalui *Google Classroom* tepat 15 menit setelah jam perkuliahan berakhir dan ditutup H-1 sebelum pertemuan berikutnya.

Adapun penjelasan tahapan implementasi sebagai berikut.

- a. Pelaksanaan tes awal (*pre-test*) dan tugas awal (*pre-task*). Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui pengetahuan dan keterampilan awal mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis PBL berorientasi keterampilan 4C. Data *pre-test* dikumpulkan dengan menggunakan tes berbentuk pilihan ganda. Sedangkan data *pre-task* dikumpulkan melalui rubrik

penilaian modul ajar, rubrik penilaian LKPD dan rubrik penilaian instrumen tes keterampilan 4C yang telah didesain mahasiswa sebelum implementasi perkuliahan PPF.

- b. Pelaksanaan intervensi berupa perkuliahan PPF. Kegiatan ini dimaksudkan untuk membekalkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Perkuliahan direncanakan sebanyak empat belas (14) kali pertemuan. Sebanyak 1x pertemuan dalam moda *offline* untuk penyampaian pengantar perkuliahan dengan strategi IRTaMS, 3x pertemuan melalui pembelajaran mandiri dalam moda *online*, sebanyak 8x pertemuan melalui pembelajaran dengan pendekatan *workshop* dalam moda *offline*, dan 2x pertemuan untuk simulasi desain pembelajaran. Kegiatan perkuliahan setiap pertemuan diamati oleh 2 observer dengan menggunakan lembar observasi keterlaksanaan perkuliahan PPF. Hasil observasi keterlaksanaan perkuliahan PPF di setiap pertemuan kemudian dievaluasi dan hasil evaluasi menjadi rujukan dalam perbaikan desain pembelajaran pada pertemuan berikutnya.
- c. Pelaksanaan tes akhir (*posttest*) dan tugas akhir (*post-task*). Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengetahui pengetahuan dan keterampilan akhir mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Data *posttest* dikumpulkan dengan menggunakan tes berbentuk pilihan ganda. Sedangkan data *posttask* dikumpulkan melalui lembar penilaian modul ajar, lembar penilaian LKPD dan lembar penilaian instrumen keterampilan 4C yang telah didesain mahasiswa setelah implementasi perkuliahan PPF.
- d. Seluruh data di analisis untuk mendeskripsikan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Analisis data dilakukan baik secara kualitatif dan kuantitatif untuk menjawab pertanyaan penelitian.
- e. Pengukuran respon mahasiswa terhadap pelaksanaan perkuliahan setelah proses implementasi dilakukan. Respon mahasiswa diukur menggunakan skala sikap dan dianalisis secara kuantitatif dalam bentuk persentase.

Hasil dari keseluruhan implementasi kemudian dievaluasi sehingga memberikan gambaran efektivitas dari produk program perkuliahan yang dihasilkan guna meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C. Selain itu juga diperoleh gambaran mengenai kendala-kendala yang ditemukan dalam implementasi program perkuliahan sebagai bahan penyempurnaan untuk ke depannya.

3.4 Teknik Pengumpulan Data dan Instrumen Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk program perkuliahan PPF yang valid dan teruji dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Untuk mencapai tujuan tersebut, berbagai instrumen penelitian telah dikembangkan, antara lain: tes pengetahuan, rubrik penilaian keterampilan menyusun modul ajar, LKPD, dan instrumen keterampilan 4C, lembar observasi keterlaksanaan perkuliahan, dan skala sikap respon mahasiswa terhadap implementasi perkuliahan. Data penelitian dikumpulkan menggunakan teknik pengumpulan data yang relevan dengan pertanyaan penelitian dan jenis data yang diperlukan. Rangkuman teknik pengumpulan data dan instrumen penelitian yang digunakan berdasarkan pertanyaan penelitian disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Rangkuman Instrumen Pengumpulan Data Berdasarkan Pertanyaan Penelitian

No	Pertanyaan Penelitian	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data/Instrumen Penelitian	Sumber Data
1	Bagaimana karakteristik program perkuliahan perencanaan pengajaran fisika berstrategi IRTaMS	Data Studi Kurikulum	Teknik non tes/ lembar studi dokumentasi	Dokumen kurikulum dan perangkat mata kuliah PPF

No	Pertanyaan Penelitian	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data/Instrumen Penelitian	Sumber Data
	untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model <i>problem based learning</i> berorientasi keterampilan 4C?	Data studi literatur	Teknik nontes/lembar studi dokumentasi	Referensi berupa artikel dan dokumen terkait
Data studi lapangan (data observasi perkuliahan)		Teknik non tes/ lembar observasi praktik perkuliahan PPF	Dosen	
Data studi lapangan (data pengetahuan awal mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis PBL orientasi keterampilan 4C)		Teknik tes/tes pengetahuan desain pembelajaran fisika yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C	Mahasiswa	
Data studi lapangan (persepsi guru dalam merancang pembelajaran berbasis PBL)		Teknik nontes/angket persepsi guru dalam merancang pembelajaran berbasis PBL	Guru	
Data studi lapangan (data analisis modul ajar berbasis model PBL)		Teknik nontes/rubrik penilaian modul ajar	Guru dan mahasiswa	
Hasil evaluasi rancangan		Lembar evaluasi rancangan/catatan evaluasi rancangan	Ahli	
Hasil evaluasi pengembangan		Lembar evaluasi pengembangan/catatan evaluasi pengembangan	Ahli	

No	Pertanyaan Penelitian	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data/Instrumen Penelitian	Sumber Data
2	Bagaimana kelayakan program perkuliahan perencanaan pengajaran fisika berstrategi IRTaMS untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model <i>problem based learning</i> berorientasi keterampilan 4C?	Hasil validasi program perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS	Teknik nontes/lembar validasi program perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS	Validator/ Ahli
		Hasil validasi BBM	Teknik nontes/lembar validasi BBM	Validator/ Ahli
		Hasil validasi BBW dan LKM	Teknik nontes/lembar validasi BBW dan LKM	Validator/ Ahli
		Hasil validasi instrumen tes pengetahuan	Teknik nontes/lembar validasi instrumen tes pengetahuan	Validator/ Ahli
		Hasil validasi instrumen rubrik penilaian keterampilan mahasiswa mengonstruksi instrumen keterampilan 4C	Teknik nontes/lembar validasi instrumen rubrik penilaian keterampilan 4C	Validator/ Ahli
		Hasil validasi instrumen skala sikap respon mahasiswa	Teknik nontes/lembar validasi instrumen skala sikap	Validator/ Ahli
		Skor <i>pre-test</i> dan <i>posttest</i> tentang pengetahuan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis model <i>problem</i>	Teknik tes/tes pengetahuan desain pembelajaran fisika yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C	Mahasiswa

No	Pertanyaan Penelitian	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data/Instrumen Penelitian	Sumber Data
		<i>based learning</i> berorientasi keterampilan 4C		
		<i>Task</i> mengonstruksi instrumen keterampilan 4C, mendesain modul ajar dan menyusun LKPD berbasis PBL berorientasi keterampilan 4C	Teknik nontes/Rubrik penilaian	Mahasiswa
		Hasil respons mahasiswa terhadap keterbacaan BBM dan BBW	Teknik nontes/lembar skala sikap terhadap keterbacaan BBM dan BBW	Mahasiswa
3	Bagaimana peningkatan pengetahuan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model <i>problem based learning</i> berorientasi keterampilan 4C sebagai efek dari penerapan perkuliahan perencanaan pengajaran fisika berstrategi IRTaMS?	Skor <i>pre-test</i> dan <i>posttest</i> tentang pengetahuan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis model <i>problem based learning</i> berorientasi keterampilan 4C	Teknik tes/tes pengetahuan desain pembelajaran fisika yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C	Mahasiswa
		Data hasil observasi pelaksanaan perkuliahan	Teknik non tes/ lembar observasi keterlaksanaan perkuliahan PPF	Dosen dan mahasiswa

No	Pertanyaan Penelitian	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data/Instrumen Penelitian	Sumber Data
		dengan strategi IRTaMS	dengan strategi IRTaMS	
4	Bagaimana peningkatan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model <i>problem based learning</i> berorientasi keterampilan 4C sebagai efek dari penerapan perkuliahan perencanaan pengajaran fisika berstrategi IRTaMS?	<i>Task</i> mendesain modul ajar berbasis PBL berorientasi keterampilan 4C	Teknik nontes/Rubrik penilaian modul ajar	Mahasiswa
		<i>Task</i> menyusun LKPD berbasis PBL berorientasi keterampilan 4C	Teknik nontes/Rubrik penilaian LKPD	Mahasiswa
		<i>Task</i> mengonstruksi instrumen pengukur keterampilan 4C	Teknik nontes/Rubrik penilaian instrumen pengukur keterampilan 4C	Mahasiswa
		Data hasil observasi pelaksanaan perkuliahan dengan strategi IRTaMS	Teknik non tes/lembar observasi keterlaksanaan perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS	Dosen dan mahasiswa
5	Bagaimana respons mahasiswa terhadap implementasi program perkuliahan perencanaan pengajaran fisika berstrategi IRTaMS untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika mengacu model	Respon mahasiswa terhadap implementasi perkuliahan	Teknik nontes/lembar skala sikap respon terhadap implementasi perkuliahan	Mahasiswa

No	Pertanyaan Penelitian	Jenis Data	Teknik Pengumpulan Data/Instrumen Penelitian	Sumber Data
	<i>problem based learning</i> berorientasi keterampilan 4C?			

Penjelasan lebih detail dari setiap jenis instrumen yang digunakan dalam penelitian ini dipaparkan sebagai berikut.

1. Lembar Studi Dokumentasi

Lembar studi dokumentasi digunakan untuk mencatat hasil studi dokumen kurikulum, RPS mata kuliah PPF, dan referensi yang berkaitan dengan variabel penelitian. Hasil studi dokumentasi ini akan menggambarkan tentang kesenjangan antara tuntutan kompetensi mahasiswa dengan kondisi di lapangan, penyebab atau akar masalah, sehingga ditemukan alternatif solusi yang dapat menyelesaikan masalah tersebut.

2. Lembar Observasi Praktik Perkuliahan PPF

Observasi dilakukan untuk mengamati praktik perkuliahan PPF yang dilaksanakan oleh dosen. Pengumpulan data observasi ini dilakukan dengan menggunakan instrumen lembar observasi yang berisi aktivitas dosen dalam melakukan perkuliahan PPF. Data yang dikumpulkan berguna untuk mendapatkan gambaran tentang pelaksanaan perkuliahan PPF untuk mendukung pengembangan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran yang adaptif dengan perkembangan abad ke-21.

3. Lembar Validasi Program Perkuliahan PPF dengan Strategi IRTaMS

Lembar validasi program perkuliahan digunakan untuk menilai kelayakan program perkuliahan yang dikembangkan sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Instrumen ini dirancang untuk mengukur kelayakan RPS dari aspek identitas RPS, capaian pembelajaran lulusan (CPL), capaian pembelajaran mata kuliah (CPMK), bahan kajian/materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, penilaian, alokasi waktu, sumber belajar, media dan bahan belajar berdasarkan

standar pengembangan RPS yang telah ditetapkan. Proses validasi dilakukan oleh lima orang ahli di bidang pendidikan fisika untuk memastikan bahwa rencana program perkuliahan PPF yang dikembangkan memenuhi standar yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa sebagai calon guru fisika.

Data hasil validasi dianalisis secara deskriptif untuk menentukan tingkat kevalidan dan kelayakan program perkuliahan yang dikembangkan. Hasil validasi ini menjadi dasar dalam menyempurnakan program agar lebih efektif dan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang diharapkan. Lembar validasi RPS disajikan pada Lampiran 9.

4. Lembar Validasi Bahan Belajar Mandiri (BBM)

Lembar validasi BBM digunakan untuk menilai kelayakan dan kualitas bahan ajar sebelum diimplementasikan dalam pembelajaran. Instrumen ini dirancang untuk mengukur kevalidan bahan belajar mandiri dari aspek konten, sistematika, kegrafikaan, tata bahasa dan tata kalimat berdasarkan standar pengembangan bahan ajar yang telah ditetapkan. Proses validasi dilakukan oleh lima orang ahli di bidang pendidikan untuk memastikan bahwa bahan belajar mandiri memenuhi standar yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa calon guru. Lembar validasi BBM disajikan pada Lampiran 10.

5. Lembar Validasi Bahan Belajar *Workshop* (BBW)

Lembar validasi Bahan Belajar *Workshop* (BBW) digunakan untuk menilai kelayakan dan kualitas bahan ajar *workshop* yang akan digunakan dalam kegiatan *workshop*. Instrumen ini bertujuan untuk memastikan bahwa bahan belajar *workshop* yang disusun memiliki relevansi dengan tujuan pembelajaran, sesuai dengan kebutuhan mahasiswa, serta memenuhi standar pedagogis dan teknis guna mendukung proses pembelajaran yang optimal. Aspek yang dinilai mencakup kejelasan konten, sistematika penyajian, kualitas grafis, ketepatan tata bahasa dan struktur kalimat, serta kemudahan penggunaan lembar kerja mahasiswa.

Proses validasi dilakukan oleh lima orang ahli bidang pendidikan fisika. Hasil validasi dianalisis secara deskriptif untuk menentukan tingkat kelayakan bahan belajar dan perbaikan yang diperlukan sebelum implementasi dalam *workshop*.

Dengan adanya validasi ini, bahan ajar *workshop* diharapkan mampu memberikan pengalaman belajar yang efektif, aplikatif, dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Lembar validasi BBW disajikan pada Lampiran 10.

6. Lembar Validasi Instrumen Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Lembar validasi instrumen tes pengetahuan desain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C digunakan untuk menilai kualitas dan kelayakan instrumen tes yang dikembangkan guna mengukur pengetahuan mahasiswa tentang karakteristik abad ke-21, keterampilan 4C, perencanaan pembelajaran fisika berorientasi keterampilan 4C dan model PBL berorientasi keterampilan 4C. Instrumen ini bertujuan untuk memastikan bahwa butir-butir soal dalam tes telah memenuhi standar validitas isi dan konstruk sesuai dengan kaidah pengukuran dalam evaluasi pendidikan.

Proses validasi dilakukan oleh lima orang ahli di bidang pendidikan fisika. Penilaian dilakukan secara sistematis dengan menggunakan rubrik validasi yang mencakup berbagai kriteria penilaian. Data hasil validasi dianalisis secara kuantitatif maupun kualitatif untuk menentukan sejauh mana instrumen tes layak digunakan dalam penelitian. Dengan adanya validasi ini, instrumen tes diharapkan mampu memberikan hasil pengukuran yang akurat, objektif, dan dapat diandalkan dalam menilai capaian pengetahuan mahasiswa. Lembar validasi instrumen tes pengetahuan disajikan pada Lampiran 11.

7. Lembar Validasi Instrumen Rubrik Penilaian Keterampilan Mendesain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Lembar validasi instrumen rubrik penilaian keterampilan digunakan untuk menilai kelayakan rubrik dalam mengukur keterampilan mahasiswa mengonstruksi instrumen penilaian keterampilan 4C, mendesain modul ajar, dan menyusun LKPD berorientasi keterampilan 4C. Validasi ini bertujuan memastikan bahwa rubrik memiliki indikator yang jelas, skala penilaian yang konsisten, serta sesuai dengan keterampilan yang diukur. Proses validasi dilakukan oleh lima orang ahli di bidang

pendidikan fisika. Lembar validasi instrumen rubrik penilaian keterampilan disajikan pada Lampiran 12-14.

8. Instrumen Skala Sikap Respon Mahasiswa Terhadap Keterbacaan Bahan Belajar

Skala sikap respon mahasiswa terhadap keterbacaan bahan belajar dirancang untuk menjaring tanggapan mahasiswa terkait keterbacaan dan kemudahan mahasiswa dalam memaknai materi yang disajikan pada bahan belajar. Skala sikap keterbacaan bahan belajar dikonstruksi dalam bentuk pernyataan tertutup dengan menggunakan skala Likert yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), atau sangat tidak setuju (STS). Skala sikap terdiri dari dua aspek yaitu aspek tampilan terdiri dari 4 indikator (kejelasan teks, kejelasan gambar, daya tarik dan kesesuaian gambar), dan aspek penyajian materi terdiri dari 4 indikator (representasi isi, kesesuaian isi, kejelasan kalimat dan kesesuaian istilah). Pengukuran keterbacaan BBM terdiri dari 18 pernyataan meliputi 4 pernyataan yang mengukur aspek tampilan dan 14 pernyataan yang mengukur aspek penyajian materi. Skala sikap diisi oleh mahasiswa secara *online* dengan menggunakan platform *Google Form*. Kisi-kisi skala sikap secara lengkap disajikan pada Lampiran 8.

9. Instrumen Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Tes pengetahuan dikonstruksi untuk mengetahui pengetahuan mahasiswa tentang karakteristik abad ke-21, keterampilan 4C, perencanaan pembelajaran fisika berorientasi keterampilan 4C, dan model *problem based learning* berorientasi keterampilan 4C. Data hasil pengukuran pengetahuan ini dapat memberi gambaran kondisi riil tingkat pengetahuan mahasiswa mengenai keterampilan abad ke-21, keterampilan 4C, perencanaan pembelajaran fisika, dan model *problem based learning*. Tes ini digunakan pada *pre-test* dan *posttest* sebelum dan setelah mahasiswa mengikuti perkuliahan PPF, untuk melihat peningkatan pengetahuan mahasiswa sebagai efek implementasi program perkuliahan yang dikembangkan. Tes pengetahuan dikonstruksi dalam bentuk pilihan ganda yang berjumlah 70 soal. Sebanyak 25 soal mengukur pengetahuan tentang karakteristik abad ke-21 dan

keterampilan 4C, sebanyak 25 soal mengukur pengetahuan tentang pembelajaran abad ke-21 dan desain pembelajaran fisika, dan sebanyak 20 soal untuk mengukur pengetahuan tentang model *problem based learning*. Adapun sebaran materi dan jumlah soal dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan kisi-kisi tes lengkap disajikan pada Lampiran 2. Sebelum tes digunakan untuk pengambilan data penelitian, tes terlebih dulu divalidasi oleh lima orang validator sebagai *expert judgement*. Hasil validasi secara detail disajikan pada Lampiran 18. Tes kemudian direvisi berdasarkan saran validator yang selanjutnya diuji cobakan untuk mendapatkan gambaran terkait reliabilitas tes, dan tingkat kesukaran tes.

Tabel 3.2. Rincian Jumlah Soal pada Setiap Materi

No.	Materi	Jumlah Soal	Kode
1	Karakteristik abad ke-21 dan keterampilan 4C	25	A1-A25
2	Perencanaan pembelajaran fisika berorientasi keterampilan 4C	25	B1-B25
3	Model <i>problem-based learning</i> berorientasi keterampilan 4C	20	C1-C20
	Total	70	

10. Rubrik Penilaian Keterampilan Mahasiswa dalam Mengonstruksi Instrumen Keterampilan 4C

Rubrik penilaian keterampilan digunakan untuk mengumpulkan data keterampilan mahasiswa dalam mengonstruksi instrumen penilaian keterampilan 4C, saat sebelum dan sesudah mengikuti perkuliahan PPF. Instrumen ini dibuat berdasarkan indikator keterampilan yang ditetapkan dan aspek-aspek keterampilan 4C yang dilatihkan dalam kegiatan *workshop*. Rubrik penilaian keterampilan mengonstruksi instrumen keterampilan 4C terdiri dari rubrik penilaian keterampilan instrumen keterampilan berpikir kritis, rubrik penilaian keterampilan instrumen penilaian keterampilan berpikir kreatif, rubrik penilaian keterampilan instrumen penilaian kemampuan berkolaborasi, dan rubrik penilaian keterampilan instrumen penilaian kemampuan berkomunikasi ilmiah. Tabel 3.3 menyajikan aspek penilaian dokumen instrumen tes keterampilan berpikir kritis, Tabel 3.4

menyajikan aspek penilaian dokumen instrumen tes keterampilan berpikir kreatif, Tabel 3.5 menyajikan aspek penilaian dokumen instrumen lembar observasi berkolaborasi dan Tabel 3.6 menyajikan aspek penilaian dokumen lembar observasi berkomunikasi ilmiah.

Draf rubrik penilaian instrumen keterampilan 4C yang telah dirancang kemudian divalidasi melalui *expert judgement* oleh lima orang ahli untuk mendapatkan instrumen yang valid sehingga mampu mengukur keterampilan mahasiswa dalam mengonstruksi instrumen penilaian keterampilan 4C. Lembar penilaian instrumen penilaian keterampilan 4C secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 12-14.

Tabel 3.3. Aspek Penilaian Dokumen Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Aspek Penilaian	Sub Aspek Penilaian	Kode
Kesesuaian tujuan pembelajaran dan penggunaan bahasa	1. Ketepatan mengoperasionalkan indikator berpikir kritis	KBK 1
	2. Ketepatan konsep IPA/fisika	KBK 2
	3. Redaksional soal mudah dipahami dan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang benar	KBK 3
	4. Soal dilengkapi dengan rubrik penilaian yang sesuai	KBK 4
Konstruksi soal berbasis masalah	5. Ketepatan rumusan stimulus dan stem soal	KBK 5
	6. Kesesuaian soal yang dikonstruksi dengan indikator berpikir kritis yang diminta	KBK 6

Tabel 3.4. Aspek Penilaian Dokumen Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kreatif

Aspek Penilaian	Sub Aspek Penilaian	Kode
Kesesuaian tujuan pembelajaran dan penggunaan bahasa	1. Ketepatan mengoperasionalkan indikator berpikir kreatif	KBF 1
	2. Ketepatan konsep IPA/fisika	KBF 2
	3. Redaksional soal mudah dipahami dan mengikuti kaidah bahasa Indonesia yang benar	KBF 3
	4. Soal dilengkapi dengan rubrik penilaian yang sesuai	KBF 4
Konstruksi soal berbasis masalah	5. Ketepatan rumusan stimulus dan stem soal	KBF 5
	6. Kesesuaian soal yang dikonstruksi dengan indikator berpikir kreatif yang diminta	KBF 6

Tabel 3.5. Aspek Penilaian Dokumen Instrumen Kemampuan Berkolaborasi

Aspek Penilaian	Kode
Lembar observasi kemampuan kolaborasi mencakup semua indikator kolaborasi	KK 1
Lembar observasi dilengkapi rubrik penskoran	KK 2
Pernyataan yang dibangun untuk setiap indikator kemampuan kolaborasi sesuai dengan indikatornya	KK 3
Lembar observasi dilengkapi dengan petunjuk pelaksanaan observasi	KK 4
Redaksional lembar observasi mudah dipahami dan mengikuti kaidah bahasa indonesia yang benar	KK 5

Tabel 3.6. Aspek Penilaian Dokumen Instrumen Kemampuan Berkomunikasi

Aspek Penilaian	Kode
Lembar observasi kemampuan komunikasi mencakup semua indikator komunikasi	KM 1
Lembar observasi dilengkapi rubrik penskoran	KM 2
Pernyataan yang dibangun untuk setiap indikator kemampuan komunikasi sesuai dengan indikatornya	KM 3
Lembar observasi dilengkapi dengan petunjuk pelaksanaan observasi	KM 4
Redaksional lembar observasi mudah dipahami dan mengikuti kaidah bahasa indonesia yang benar	KM 5

11. Rubrik Penilaian Keterampilan Mahasiswa dalam Mendesain Modul Ajar Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Rubrik penilaian keterampilan ini dirancang untuk mengukur keterampilan mahasiswa dalam menyusun modul ajar fisika yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C, saat sebelum dan sesudah mengikuti perkuliahan PPF. Instrumen ini dikembangkan berdasarkan indikator keterampilan yang telah ditentukan serta komponen modul ajar yang diajarkan dalam *workshop*, dimulai dengan sesi *modelling*.

Terdapat enam komponen modul ajar yang dinilai, yaitu: tujuan pembelajaran, kriteria ketercapaian tujuan, materi pelajaran, perencanaan asesmen, perangkat dan media pembelajaran, serta langkah-langkah pembelajaran. Seluruh komponen dirancang untuk mendukung penguatan keterampilan 4C pada siswa.

Aspek penilaian keterampilan mahasiswa dalam mendesain modul ajar yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C disajikan pada Tabel 3.7. Sebelum digunakan dalam pengumpulan data penelitian, lembar penilaian

keterampilan ini divalidasi oleh lima ahli untuk memastikan validitasnya dan menjamin bahwa instrumen ini tepat untuk mengukur aspek yang dimaksud. Instrumen lembar penilaian keterampilan ini dilengkapi dengan rubrik penilaian yang disusun berdasarkan kriteria untuk setiap aspek penilaian modul ajar. Hasil akhir lembar penilaian modul ajar yang dilengkapi rubrik penilaian secara lengkap disajikan pada Lampiran 4.

Tabel 3.7. Aspek Penilaian Dokumen Modul Ajar

No.	Aspek Penilaian	Sub Aspek Penilaian	Kode
1	Tujuan Pembelajaran	1. Penjabaran Capaian Pembelajaran pada Tujuan Pembelajaran sesuai dengan aspek berpikir tingkat tinggi dan keterampilan 4C	TP1
		2. Penjabaran Capaian Pembelajaran pada Tujuan Pembelajaran merujuk pada kompetensi yang ada pada CP	TP2
		3. Penjabaran Capaian Pembelajaran pada Tujuan Pembelajaran mencakup kompetensi dan lingkup materi	TP3
		4. Penjabaran Capaian Pembelajaran pada Tujuan Pembelajaran ditulis menggunakan bahasa yang komunikatif dan mudah dipahami	TP 4
		5. Kata kerja yang digunakan dalam tujuan pembelajaran dapat diamati dan diukur	TP5
2	Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP)	1. Penjabaran Tujuan Pembelajaran pada KKTP	KK1
		2. Rumusan KKTP selaras dengan Tujuan Pembelajaran	KK2
		3. Rumusan KKTP berorientasi Keterampilan 4C	KK3
		4. Rumusan KKTP dapat diamati dan terukur dengan penilaian yang dirancang	KK4
3	<i>Subject matter</i>	1. Kesesuaian materi pelajaran dengan TP dan indikator keterampilan 4C yang ingin dicapai	SM1
		2. Kelogisan penyusunan atau urutan materi ajar	SM2
		3. Kebenaran materi ajar yang disajikan	SM3
		4. Penyajian materi ajar	SM4
			SM5

No.	Aspek Penilaian	Sub Aspek Penilaian	Kode
		5. Materi memuat fakta, konsep, prinsip atau hukum, prosedur yang relevan dan lengkap	
4	Rencana Asesmen/ Penilaian	1. Asesmen selaras dengan dan dapat mengukur tujuan pembelajaran dan aspek keterampilan 4C 2. Kelengkapan cakupan aspek penilaian keterampilan 4C	RA1 RA2
5	Perangkat dan Media Pembelajaran	1. Kesesuaian pemilihan media pembelajaran dengan model, tujuan pembelajaran, dan kondisi kelas. 2. Kesesuaian sumber belajar cetak dan elektronik yang dipilih dengan kompetensi keterampilan 4C 3. Rencana penggunaan bahan ajar dan alat peraga secara lengkap 4. Kesesuaian LKPD dengan model PBL dan menunjang pengembangan keterampilan 4C	PM1 PM2 PM3 PM4
6	Langkah-Langkah Pembelajaran	1. Sintaks pembelajaran sesuai dengan model <i>problem based learning</i> secara berurutan untuk melatih pengetahuan dan keterampilan 4C 2. Mendemonstrasikan penerapan pembelajaran aktif /pembelajaran ilmiah dan berorientasi pada pelatihan keterampilan 4C	LP1 LP2

12. Rubrik Penilaian Keterampilan Mahasiswa dalam Menyusun LKPD yang Mendukung Pembelajaran Berbasis Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Rubrik penilaian keterampilan menyusun LKPD dirancang guna mengumpulkan data keterampilan mahasiswa dalam menyusun LKPD untuk mendukung model PBL berorientasi keterampilan 4C, saat sebelum dan sesudah mengikuti perkuliahan PPF. Instrumen ini dibuat berdasarkan indikator keterampilan yang telah ditentukan, serta komponen LKPD yang diajarkan dalam kegiatan *workshop*. Terdapat enam komponen LKPD yang dievaluasi, meliputi aspek isi, aspek bahasa, aspek kegiatan penyelidikan, aspek kegiatan pemecahan masalah, aspek penyajian dan aspek desain grafis.

Instrumen lembar penilaian keterampilan ini dilengkapi dengan rubrik penilaian yang disusun berdasarkan kriteria untuk setiap aspek penilaian LKPD. Rubrik penilaian yang digunakan untuk menilai dokumen LKPD yang dibuat oleh mahasiswa disajikan pada Tabel 3.8. Sebelum digunakan dalam pengumpulan data penelitian, instrumen ini telah melalui proses validasi oleh lima ahli untuk memastikan keabsahannya serta memastikan instrumen tersebut sesuai untuk mengukur aspek yang dituju. Sajian secara lengkap instrumen lembar penilaian LKPD pada Lampiran 5.

Tabel 3.8. Aspek Penilaian Dokumen LKPD

No.	Aspek Penilaian	Sub Aspek Penilaian	Kode
1	Isi	1. Kesesuaian materi LKPD dengan perkembangan kognitif siswa	AI1
		2. Menunjang terlaksananya proses belajar mengajar yang berbasis pada aktivitas siswa	AI2
		3. Mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan keterampilan 4C siswa	AI3
2	Bahasa	1. Kesesuaian kalimat dengan kaidah bahasa Indonesia	AB1
		2. Kesederhanaan struktur kalimat	AB2
		3. Kemultitafsiran kalimat dalam LKPD	AB3
3	Kegiatan penyelidikan	1. Kegiatan penyelidikan memberikan pengalaman langsung dalam LKPD	AK1
		2. Pelaksanaan kerja ilmiah dalam LKPD	AK2
		3. Pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD memberikan petunjuk untuk menemukan konsep secara mandiri	AK3
4	Kegiatan Pemecahan Masalah	1. Karakteristik masalah dunia nyata (<i>real word problem</i>)	AM1
		2. Masalah dunia nyata dapat mendorong siswa untuk berpikir tingkat tinggi	AM2
		3. Kegiatan dalam LKPD mendukung proses pemecahan masalah	AM3
5	Penyajian	1. Kemudahan langkah-langkah kegiatan dalam LKPD	AP1
		2. Penyajian masalah LKPD yang disertai objek langsung	AP2
		3. Penempatan siswa dalam LKPD sebagai subyek belajar	AP3
6	Desain grafis	1. Kesesuaian jenis dan ukuran huruf dalam LKPD.	AG1

No.	Aspek Penilaian	Sub Aspek Penilaian	Kode
		2. Keseimbangan komposisi tata letak (<i>layout</i>) dalam LKPD	AG2
		3. Kesesuaian ilustrasi/gambar/foto dalam LKPD	AG3
		4. Desain tampilan LKPD	AG4

13. Lembar Observasi Pelaksanaan Perkuliahan dengan Strategi IRTaMS

Lembar observasi digunakan untuk mengamati keterlaksanaan perkuliahan PPF menggunakan strategi IRTaMS untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran berbasis model PBL berorientasi penguatan keterampilan 4C. Lembar observasi keterlaksanaan perkuliahan dapat dilihat pada Lampiran 6.

14. Skala Sikap Respon Mahasiswa Terhadap Implementasi Perkuliahan PPF dengan Strategi IRTaMS

Skala sikap respon mahasiswa dirancang untuk menjangkau tanggapan mahasiswa terkait implementasi program perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS. Skala sikap mahasiswa dikonstruksi dalam bentuk pernyataan tertutup dengan menggunakan skala Likert yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), atau sangat tidak setuju (STS). Skala sikap terdiri dari 15 pernyataan yang mengukur delapan aspek yaitu kebaruan program perkuliahan, kesesuaian materi perkuliahan dengan kebutuhan mahasiswa sebagai calon guru, kegiatan perkuliahan membantu meningkatkan kompetensi mahasiswa dalam mendesain perangkat pembelajaran berorientasi keterampilan 4C, kegiatan belajar mandiri sangat berarti dalam menambah pengetahuan mahasiswa, ketepatan pelaksanaan *modelling* dan *scaffolding* pada kegiatan *workshop* dalam melatih keterampilan mendesain modul ajar fisika berorientasi keterampilan 4C, ketepatan *modelling* dan *scaffolding* pada kegiatan *workshop* dalam melatih keterampilan mengonstruksi instrumen penilaian keterampilan 4C, pelaksanaan perkuliahan banyak melibatkan peran aktif mahasiswa, dan kesesuaian tugas yang diberikan dengan materi yang dipelajari.

Skala sikap diisi oleh mahasiswa secara *online* dengan menggunakan platform *Google Form*. Kisi-kisi skala sikap secara lengkap disajikan pada Lampiran 7.

3.5 Analisis Instrumen Penelitian

3.6.1 Validitas Instrumen Penelitian

Instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi pengetahuan dan keterampilan mahasiswa adalah instrumen tes pengetahuan dan instrumen rubrik penilaian keterampilan (instrumen penilaian keterampilan 4C, rubrik penilaian modul ajar berorientasi keterampilan 4C, dan rubrik penilaian LKPD berorientasi keterampilan 4C). Sedangkan instrumen yang digunakan untuk mengukur respon mahasiswa terhadap perkuliahan adalah skala sikap. Sebelum instrumen digunakan untuk mengukur data penelitian, terlebih dahulu dilakukan validasi instrumen. Validitas instrumen penelitian bertujuan untuk mengukur sejauh mana instrumen mampu mengukur aspek yang diukur (Payne & Harvey, 2010). Hasil yang diperoleh akan memberikan gambaran mengenai kualitas instrumen yang digunakan dalam penelitian. Validitas instrumen soal pengetahuan, instrumen rubrik penilaian keterampilan, dan instrumen skala sikap diperoleh melalui proses validasi oleh ahli.

1. Validasi Ahli

Validasi instrumen digunakan untuk mengetahui sejauh mana suatu instrumen penelitian secara sistematis mencakup semua aspek atau dimensi yang relevan dari konsep atau konstruk yang ingin diukur. Validasi ini memastikan bahwa setiap item dalam instrumen benar-benar mencerminkan ruang lingkup dan konten yang ingin diteliti, sehingga hasil yang diperoleh dapat dianggap representatif. Dalam penelitian ini, validitas instrumen diperoleh melalui penilaian lima orang ahli (*expert judgment*) terhadap instrumen penelitian menggunakan lembar validasi. Penilaian ahli dilakukan dengan memberikan jawaban "Ya" atau "Tidak", untuk setiap aspek penilaian, memberikan saran dan masukkan untuk perbaikan instrumen penelitian yang dikembangkan serta memberikan kesimpulan umum dari hasil validasi (*judgement*) terkait kelayakan untuk digunakan pada penelitian. Hasil jawaban para ahli diberikan skor 1 jika jawaban "Ya" dan skor 0

jika jawaban “Tidak”. Hasil perolehan skor kemudian direkapitulasi dan dianalisis menggunakan koefisien V Aiken (Persamaan 3.1) (Torres-Malca, dkk., 2021; Penfield & Giacobbi, 2004; Aiken, 1985).

$$V = \frac{\bar{X} - l_0}{(c-1)} \quad (3.1)$$

Keterangan:

\bar{X} = rata-rata penilaian ahli

l_0 = angka penilaian terendah (misalnya 0)

c = jumlah kategori pada skala penilaian (misalnya 2)

Koefisien V Aiken memberikan nilai yang berkisar dari 0 hingga 1 (Torres-Malca, dkk., 2022). Nilai $V = 0$ diperoleh ketika semua ahli memilih penilaian serendah mungkin, dan nilai $V = 1$ diperoleh ketika semua ahli memilih penilaian setinggi mungkin. Hasil dari koefisien V Aiken diklasifikasikan berdasarkan kategori valid jika nilai koefisien lebih dari sama dengan 0,71 dan tidak valid jika nilai koefisien kurang dari 0,71.

2. Hasil Validasi Ahli Terhadap Instrumen Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Instrumen tes pengetahuan desain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C terdiri dari 70 soal berbentuk pilihan ganda (Tabel 3.1). Penilaian ahli terhadap instrumen tes pengetahuan dilakukan menggunakan lembar validasi. Hasil rangkuman perhitungan validasi ahli terhadap instrumen tes pengetahuan dapat dilihat pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9. Rangkuman Hasil Validasi Ahli untuk Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Item Soal	Nilai V	Kategori	Item Soal	Nilai V	Kategori
A1	0,88	Valid	B11	0,95	Valid
A2	0,92	Valid	B12	0,95	Valid
A3	0,95	Valid	B13	0,95	Valid
A4	0,95	Valid	B14	0,95	Valid
A5	0,95	Valid	B15	0,95	Valid
A6	0,95	Valid	B16	0,95	Valid
A7	0,95	Valid	B17	0,95	Valid
A8	0,85	Valid	B18	0,95	Valid

Item Soal	Nilai V	Kategori	Item Soal	Nilai V	Kategori
A9	0,95	Valid	B19	0,95	Valid
A10	0,95	Valid	B20	0,95	Valid
A11	0,95	Valid	B21	0,95	Valid
A12	0,95	Valid	B22	0,95	Valid
A13	0,90	Valid	B23	0,95	Valid
A14	0,90	Valid	B24	0,95	Valid
A15	0,95	Valid	B25	0,95	Valid
A16	0,95	Valid	C1	0,90	Valid
A17	0,90	Valid	C2	0,90	Valid
A18	0,95	Valid	C3	0,92	Valid
A19	0,95	Valid	C4	0,92	Valid
A20	0,95	Valid	C5	0,92	Valid
A21	0,90	Valid	C6	0,93	Valid
A22	0,90	Valid	C7	0,95	Valid
A23	0,90	Valid	C8	0,95	Valid
A24	0,90	Valid	C9	0,95	Valid
A25	0,90	Valid	C10	0,95	Valid
B1	0,95	Valid	C11	0,90	Valid
B2	0,95	Valid	C12	0,90	Valid
B3	0,93	Valid	C13	0,93	Valid
B4	0,95	Valid	C14	0,95	Valid
B5	0,88	Valid	C15	0,93	Valid
B6	0,92	Valid	C16	0,95	Valid
B7	0,90	Valid	C17	0,90	Valid
B8	0,95	Valid	C18	0,88	Valid
B9	0,95	Valid	C19	0,88	Valid
B10	0,95	Valid	C20	0,95	Valid

Hasil analisis validasi ahli instrumen penelitian berdasarkan nilai V Aiken (Tabel 3.9) menunjukkan bahwa keseluruhan item soal memiliki nilai V di atas batas minimum ($\geq 0,71$). Hal ini menunjukkan bahwa keseluruhan soal tes pengetahuan yang dikembangkan valid dan layak digunakan dalam penelitian guna mengidentifikasi pengetahuan mahasiswa tentang keterampilan 4C dan desain pembelajaran fisika yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C. Rekapitulasi hasil perhitungan penilaian ahli terhadap instrumen tes pengetahuan disajikan pada Lampiran 18. Walaupun hasil perhitungan V Aiken menunjukkan keseluruhan item soal dalam kategori valid, namun ada beberapa soal perlu dilakukan penyesuaian berdasarkan saran dan masukkan yang diberikan ahli. Hasil

revisi yang dilakukan berdasarkan saran dan masukan para ahli dapat dilihat pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10. Rekapitulasi Revisi Soal Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C Berdasarkan Hasil Validasi Ahli

Ahli	Saran dan Masukan	Revisi yang dilakukan
Ahli 1	<ul style="list-style-type: none"> • Indikator soal harus sesuai dengan pilihan jawaban (option) (soal A13 dan A14) • Penyajian pilihan jawaban soal harus serupa atau sama misalnya pada soal A23 semua pilihan jawaban harus disertai dengan kata benda yang menyertainya, soal B3 option dibuat homogen • Penyajian indikator dengan stimulus dan tanpa stimulus sebaiknya konsisten • Jawaban dan option pada soal B3 sebaiknya homogen. Jika kunci jawab kalimat aktif, maka sebaiknya optionnya kalimat aktif • Pada soal B12 Sebaiknya jawaban dan option homogen secara konten maupun struktur • Soal C4 sajian menjelaskan pengertian tidak selalu testee memilih pengertian mana yang paling benar, tetapi bisa disajikan pengertiannya kemudian testee memilih penjelasan dari salah satu frase dari pengertian tersebut. Konstruksi seperti ini mendorong testee berpikir tingkat tinggi sesuai dengan karakteristik 4C (lebih HOTS). 	<ul style="list-style-type: none"> • Merevisi pilihan jawaban soal sehingga sesuai dengan indikator soal (soal A13 dan A14) • Mengubah redaksi pilihan jawaban soal A23 sehingga semua pilihan jawaban sama atau setara • Merevisi indikator soal dengan menambahkan stimulus pada indikator soal • Merevisi option jawaban dibuat homogen • Mengubah redaksi soal dengan menyajikan definisi terkait model PBL dan disajikan pilihan jawaban terkait penjelasan dari definisi tersebut
Ahli 2	<ul style="list-style-type: none"> • Hindari kata kerja operasional menyebutkan • Soal A5 kata “dipercayai” diganti dengan “dipercaya”. • Soal A11 pada indikator ditambah kata menjelaskan definisi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengubah kata kerja operasional menyebutkan menjadi menjelaskan • Mengganti kata dipercayai menjadi dipercaya

Ahli	Saran dan Masukan	Revisi yang dilakukan
	<ul style="list-style-type: none"> • Soal nomor A13 dan A14 , soal A19-A21 sebaiknya menggunakan nama orang. • Soal A15, A16, B5, B6 belum sesuai dengan indikator menganalisis, sebaiknya sajikan kasus dan anomalnya untuk meminta mahasiswa menganalisis • Sebaiknya soal hanya terdiri dari satu jawaban benar 	<ul style="list-style-type: none"> • Menambahkan indikator soal A11 dengan menjelaskan definisi • Mengganti kata ganti orang dengan nama orang pada soal A13, A14, A19, A20, A21 • Mengubah redaksi soal A15, A16, B5, B6 dalam bentuk kasus • Semua soal dibuat hanya memiliki satu jawaban benar
Ahli 3	<ul style="list-style-type: none"> • Hindari kata kerja operasional menyebutkan • Indikator soal A1 dan A2 tidak sesuai dengan tujuan pembelajaran 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengubah kata kerja operasional menyebutkan menjadi menjelaskan • Mengubah redaksi indikator soal A1 dan A2 sesuai dengan tujuan pembelajaran
Ahli 4	<ul style="list-style-type: none"> • Perbaiki penulisan kata dan hindari pengulangan kata 	<ul style="list-style-type: none"> • Memperbaiki penulisan kata dan menghapus kata yang berulang
Ahli 5	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak ada

3. Hasil Validasi Ahli Terhadap Instrumen Rubrik Penilaian Keterampilan Mendesain Instrumen Penilaian Keterampilan 4C dan Mendesain Pembelajaran Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Rubrik penilaian keterampilan terdiri dari rubrik penilaian keterampilan mahasiswa dalam mengonstruksi instrumen penilaian keterampilan 4C, mendesain modul ajar dan menyusun LKPD berorientasi keterampilan 4C. Hasil rangkuman perhitungan validasi ahli terhadap instrumen penilaian keterampilan mahasiswa dalam mengonstruksi instrumen penilaian keterampilan 4C disajikan pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11. Rangkuman Hasil Validasi Ahli untuk Rubrik Penilaian Keterampilan Mengonstruksi Instrumen Keterampilan 4C

Indikator	Nilai V	Kategori	Indikator	Nilai V	Kategori
KBK1	1,00	Valid	KBF6	1,00	Valid
KBK2	1,00	Valid	KK1	1,00	Valid

Indikator	Nilai V	Kategori	Indikator	Nilai V	Kategori
KBK3	1,00	Valid	KK2	1,00	Valid
KBK4	1,00	Valid	KK3	1,00	Valid
KBK5	1,00	Valid	KK4	1,00	Valid
KBK6	1,00	Valid	KK5	1,00	Valid
KBF1	1,00	Valid	KM1	1,00	Valid
KBF2	1,00	Valid	KM2	1,00	Valid
KBF3	1,00	Valid	KM3	1,00	Valid
KBF4	1,00	Valid	KM4	1,00	Valid
KBF5	1,00	Valid	KM5	1,00	Valid

Tabel 3.11 menunjukkan bahwa keseluruhan indikator instrumen penilaian keterampilan mahasiswa dalam mengonstruksi instrumen pengukur keterampilan 4C memiliki nilai V sebesar 1,00. Hasil ini menunjukkan bahwa keseluruhan indikator memiliki kategori valid dan layak menurut para ahli dan dapat digunakan dalam penelitian. Hasil validasi ahli instrumen rubrik penilaian keterampilan mengonstruksi instrumen keterampilan 4C selengkapnya disajikan pada Lampiran 19.

Hasil validasi ahli juga menunjukkan bahwa instrumen rubrik penilaian keterampilan mendesain modul ajar telah memenuhi validitas isi dan layak digunakan untuk mengidentifikasi keterampilan mahasiswa dalam mendesain modul ajar berbasis model PBL berorientasi keterampilan 4C. Rangkuman hasil perhitungan validasi ahli terhadap instrumen penilaian keterampilan mendesain modul ajar dapat dilihat pada Tabel 3.12.

Tabel 3.12. Rangkuman Hasil Validasi Ahli untuk Rubrik Penilaian Keterampilan Mendesain Modul Ajar

Indikator	Nilai V	Kategori	Indikator	Nilai V	Kategori
TP1	1,00	Valid	SM3	1,00	Valid
TP2	1,00	Valid	SM4	1,00	Valid
TP3	1,00	Valid	SM5	0,80	Valid
TP4	1,00	Valid	RA1	1,00	Valid
TP5	1,00	Valid	RA2	1,00	Valid
KK1	1,00	Valid	PM1	1,00	Valid
KK2	1,00	Valid	PM2	1,00	Valid
KK3	1,00	Valid	PM3	1,00	Valid
KK4	1,00	Valid	PM4	1,00	Valid
SM1	1,00	Valid	LP1	1,00	Valid

Indikator	Nilai V	Kategori	Indikator	Nilai V	Kategori
SM2	1,00	Valid	LP2	1,00	Valid

Berdasarkan Tabel 3.12, tampak bahwa keseluruhan indikator desain modul ajar memiliki nilai V di atas 0,80 sehingga keseluruhan indikator memenuhi kriteria valid. Hasil dari para validator ini menunjukkan bahwa instrumen lembar penilaian keterampilan mendesain modul ajar yang dikonstruksi sudah memenuhi indikator atau aspek penilaian yang valid sehingga mampu mengidentifikasi keterampilan calon guru dalam mendesain modul ajar dan layak digunakan dalam penelitian. Namun, terdapat beberapa saran dan masukan yang digunakan oleh peneliti untuk merevisi instrumen rubrik penilaian keterampilan mengonstruksi modul ajar agar lebih sesuai dalam mengukur keterampilan yang diharapkan. Hasil validasi ahli instrumen lembar penilaian keterampilan mendesain modul ajar selengkapnya disajikan pada Lampiran 20.

Selain itu, hasil validasi ahli juga menunjukkan bahwa instrumen lembar penilaian keterampilan menyusun LKPD berorientasi keterampilan 4C telah memenuhi validitas isi dan layak digunakan dalam mengidentifikasi keterampilan calon guru menyusun LKPD. Rangkuman hasil perhitungan validasi ahli terhadap instrumen penilaian keterampilan mendesain modul LKPD disajikan pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13. Rangkuman Hasil Validasi Ahli untuk Rubrik Penilaian Keterampilan Menyusun LKPD

Indikator	Nilai V	Kategori	Indikator	Nilai V	Kategori
AI1	1,00	Valid	AM2	1,00	Valid
AI2	1,00	Valid	AM3	1,00	Valid
AI3	1,00	Valid	AP1	1,00	Valid
AB1	1,00	Valid	AP2	1,00	Valid
AB2	1,00	Valid	AP3	1,00	Valid
AB3	1,00	Valid	AG1	1,00	Valid
AK1	1,00	Valid	AG2	1,00	Valid
AK2	1,00	Valid	AG3	1,00	Valid
AK3	1,00	Valid	AG4	1,00	Valid
AM1	1,00	Valid	AM2	1,00	Valid
AI1	1,00	Valid			

Tabel 3.13, menunjukkan bahwa keseluruhan indikator desain modul ajar memiliki nilai V (1,00) sehingga keseluruhan indikator memenuhi kriteria valid. Hasil dari para validator ini menunjukkan bahwa instrumen rubrik penilaian keterampilan menyusun LKPD yang dikonstruksi sudah memenuhi indikator atau aspek penilaian yang valid sehingga mampu mengidentifikasi keterampilan calon guru dalam menyusun LKPD dan layak digunakan dalam penelitian. Hasil validasi ahli instrumen lembar penilaian keterampilan menyusun LKPD selengkapnya disajikan pada Lampiran 21.

Berdasarkan perhitungan koefisien V Aiken menunjukkan bahwa lembar penilaian keterampilan valid dan layak digunakan dalam pengukuran data penelitian. Namun, terdapat beberapa saran dan masukan yang digunakan oleh peneliti untuk merevisi instrumen rubrik penilaian keterampilan agar lebih sesuai dalam mengukur keterampilan yang diharapkan. Tabel 3.14 menyajikan rekapitulasi hasil revisi lembar penilaian keterampilan berdasarkan saran ahli.

Tabel 3.14. Rekapitulasi Revisi Lembar Penilaian Keterampilan Instrumen Penilaian Keterampilan 4C dan Desain Pembelajaran Mengacu pada Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C Berdasarkan Hasil Validasi Ahli

Lembar Penilaian	Saran dan Masukan	Revisi yang dilakukan
Modul ajar	<ul style="list-style-type: none"> • TP mencakup kompetensi dan lingkup materi • IKTP diganti KKTP • Penilaian penjabaran IKTP pada TP dihapus • Kompetensi aspek penilaian hanya yang esensi saja 	<ul style="list-style-type: none"> • Mengubah redaksi menjadi TP mencakup kompetensi dan lingkup materi • Mengubah IKTP menjadi KKTP • Menghapus aspek penilaian penjabaran IKTP pada TP • Menghapus indikator “kelengkapan komponen penilaian meliputi kisi soal, butir soal, kunci jawaban, instrumen keterampilan, dan rubrik penilaian” pada penilaian Rencana asesmen • Menghapus indikator “tahapan kegiatan pembelajaran meliputi

Lembar Penilaian	Saran dan Masukan	Revisi yang dilakukan
		pendahuluan, kegiatan inti dan penutup dilengkapi dengan alokasi waktu untuk setiap kegiatan” pada penilaian 7
LKPD	• Aspek penilaian indikator 2 dihapus 3	• Menghapus indikator “memverifikasi hasil temuan dalam LKPD”
Instrumen keterampilan berpikir kritis	• Tidak ada	• Tidak ada
Instrumen keterampilan berpikir kreatif	• Perhatikan tata tulis	• Memperbaiki penulisan
Instrumen kemampuan berkomunikasi	• Tidak ada	• Tidak ada
Instrumen kemampuan berkolaborasi	• Tidak ada	• Tidak ada

4. Hasil Validasi Ahli Instrumen Skala Sikap Respon Mahasiswa Terhadap Implementasi Perkuliahan PPF dengan Strategi IRTaMS

Instrumen skala sikap respon mahasiswa terhadap implementasi perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS terdiri dari 15 pernyataan. Penilaian ahli terhadap instrumen skala sikap dilakukan menggunakan lembar validasi. Hasil rangkuman perhitungan validasi ahli terhadap instrumen skala sikap disajikan pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15. Rangkuman Hasil Validasi Ahli untuk Skala Sikap

Item	Nilai V	Kategori
1	1,00	Valid
2	1,00	Valid
3	1,00	Valid
4	1,00	Valid
5	1,00	Valid
6	1,00	Valid
7	1,00	Valid
8	1,00	Valid
9	1,00	Valid
10	1,00	Valid
11	1,00	Valid

Item	Nilai V	Kategori
12	1,00	Valid
13	1,00	Valid
14	1,00	Valid
15	1,00	Valid

Tabel 3.15, menunjukkan bahwa keseluruhan item pernyataan skala sikap memiliki nilai V Aiken sebesar 1,00 sehingga keseluruhan indikator memenuhi kriteria batas minimum ($\geq 0,71$). Hasil dari para validator ini menunjukkan bahwa instrumen skala sikap yang dikembangkan sudah memenuhi butir yang valid sehingga mampu mengukur respon mahasiswa terhadap pelaksanaan perkuliahan dan layak digunakan dalam penelitian. Hasil validasi ahli instrumen skala sikap selengkapnya disajikan pada Lampiran 22.

3.6.2 Reliabilitas Instrumen Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Reliabilitas menunjukkan sejauh mana alat ukur dapat menghasilkan hasil yang konsisten dan dapat dipercaya berdasarkan keterpaduan internal item-item tes pada saat tes tersebut diberikan. Hasil yang diperoleh akan memberikan gambaran tingkat keandalan tes dalam memberikan data yang akurat dan dapat dipercaya. Reliabilitas soal pengetahuan dalam penelitian ini dianalisis menggunakan model Rasch dengan aplikasi Winstep pada Tabel *Summary Statistic* (Linacre, 2023; Fisher, 2007).

Kriteria reliabilitas soal pengetahuan dievaluasi menggunakan beberapa indikator meliputi: parameter Rasch baik reliabilitas *person* maupun reliabilitas *item* (Linacre, 2023; Fisher, 2007), dan Alpha Cronbach. Reliabilitas perorangan dan reliabilitas item, yang memenuhi kriteria nilainya berkisar antara 0,68 hingga 1,00 (Soeharto & Csapo, 2022). Sementara itu, kriteria keandalan didasarkan pada nilai-nilai Cronbach, dengan kisaran indeks keandalan yang dapat diterima berada pada kisaran 0,45–0,98 (Taber, 2018). Adapun nilai Alpha Cronbach dihitung menggunakan persamaan 3.2. Hasil uji reliabilitas tes pengetahuan menggunakan parameter Rasch dan nilai Alpha Cronbach disajikan pada Tabel 3.16.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum S_1^2}{S_t^2} \right) \quad (3.2)$$

Keterangan:

r_{11} = koefisien reliabilitas tes

n = banyaknya butir soal

$\sum S_1^2$ = jumlah varians skor dari tiap butir soal

S_t^2 = varians total

Tabel 3.16. Rangkuman Statistik dari *Person* dan *Item* untuk Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Psychometrics attribute	Person	Item
Number (N)	99	70
Measure (logit)		
Mean	-0,22	0,00
SD, Standard Deviation	0,90	0,89
SE, Standard Error	0,09	0,11
Mean INFIT		
MNSQ	0,99	1,00
ZSTD	-0,13	-0,21
Mean OUTFIT		
MNSQ	1,04	1,04
ZSTD	0,05	-0,08
Separation	2,98	3,49
Reliability	0,90	0,92
Cronbach's Alpha	0,91	
Uni-dimensionality		
Raw variance explained by measures	24,9%	
Unexplained variance in 1st contrast	5,5%	

Pada Tabel 3.16, diketahui bahwa nilai reliabilitas perorangan dan reliabilitas item tes masing-masing 0,90 dan 0,92, yang menunjukkan bahwa reliabilitas person dan item dapat diterima. Selain itu, nilai Alpha Cronbach sebesar 0,91 untuk keseluruhan pengujian mengindikasikan reliabilitas pengukuran instrumen tes yang sangat kuat (Taber, 2018). Secara keseluruhan, tes pengetahuan memenuhi kriteria yang dapat diterima untuk parameter reliabilitas menurut model Rasch dan Alpha Cronbach.

3.6.3 Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Tingkat kesukaran soal adalah indikator yang menggambarkan sejauh mana sebuah soal dapat dijawab dengan benar oleh peserta tes. Pengukuran tingkat kesukaran bertujuan untuk menentukan apakah suatu soal terlalu mudah, terlalu sulit, atau berada pada tingkat yang sesuai dengan tujuan pengukuran. Instrumen yang baik dalam pengukuran sebaiknya memiliki variasi dalam tingkat kesukaran soal.

Dalam penelitian ini, analisis tingkat kesukaran item soal dilakukan dengan model Rasch menggunakan aplikasi *Winsteps*. Penentuan kriteria kesukaran butir soal pengetahuan didasarkan pada nilai *Measure* (M) dan Standar Deviasi (SD) yang diperoleh dari analisis menggunakan *Winstep Rasch* pada Tabel *Item Measure*. Tingkat kesukaran item soal tes dikelompokkan berdasarkan analisis *logit value of item* (LVI). Nilai *logit* yang tinggi menunjukkan tingkat kesukaran soal yang tinggi dan sebaliknya (Sumintono & Widhiarso, 2015). Pengelompokan kriteria tingkat kesukaran butir soal pengetahuan disajikan pada Tabel 3.17.

Tabel 3.17. Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C (Sumintono & Widhiarso, 2015)

Nilai	Kategori Level
$LVI \geq M+SD$	Sangat Sulit
$M \leq LVI < M+SD$	Sulit
$M-SD \leq LVI < M$	Mudah
$LVI < M-SD$	Sangat Mudah

Tingkat kesukaran item soal tes pengetahuan menggunakan tabel pengukuran urutan ke-13 pada aplikasi *Winstep* diperoleh indeks *separation* pada item sebesar 3,49. Hasil ini menunjukkan bahwa indeks kesukaran item secara representatif dapat dibedakan menjadi empat kategori level yaitu sangat sulit, sulit, mudah, dan sangat mudah (Tabel 3.17). Untuk penentuan interval tiap kategori level menggunakan nilai *mean* dan standar deviasi dari perolehan analisis Rasch (Tabel 3.18). Tingkat kesukaran item soal tes dapat dikategorikan menjadi sangat sulit

($LVI \geq 0,89$), sulit ($0,00 \leq LVI < 0,89$), mudah ($-0,89 \leq LVI < 0,00$), dan sangat mudah ($LVI < -0,89$). Adapun rangkuman hasil analisis level kesukaran soal tes dapat dilihat pada Tabel 3.18.

Tabel 3.18. Rangkuman Tingkat Kesulitan Item Soal Tes Pengetahuan Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

No.	Kategori	LVI	Item	Jumlah Item
1	Sangat Sulit	$LVI > 0,89$	A8, A6, B15, B17, B22, B24, B25, C11, C19, C20	10
2	Sulit	$0,00 \leq LVI < 0,89$	A3, A13, A16, A19, A23, A24, A25, B1, B6, B12, B14, B16, B20, C3, C8, C10, C12, C13, C15, C16, C17, C18, B21	23
3	Mudah	$-0,89 \leq LVI < 0,00$	A1, A4, A5, A7, A9, A10, A12, A15, A18, A20, A22, B2, B3, B4, B5, B7, B8, B9, B10, B11, B13, B18, B19, B23, C1, C4, C5, C6, C7	29
4	Sangat Mudah	$LVI < -0,89$	A2, A11, A17, A14, A21, C2, C9, C14	8

Tabel 3.18 menunjukkan bahwa sebanyak 10 item tes yang dikategorikan sangat sulit, sebanyak 23 item kategori sulit, sebanyak 29 item soal kategori mudah dan sebanyak 8 item soal kategori sangat mudah. Hal ini menunjukkan bahwa instrumen tes yang digunakan untuk mengukur pengetahuan calon guru memiliki variasi tingkat kesulitan yang terdistribusi normal.

3.6 Teknik Analisis Data

3.6.1 Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Karakteristik Program Perkuliahan PPF Berstrategi IRTaMS

Analisis data untuk mengetahui karakteristik program perkuliahan PPF berstrategi IRTaMS dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan untuk menganalisis data kualitatif berupa hasil studi kebijakan, hasil studi lapangan (observasi keterlaksanaan perkuliahan PPF), dan hasil studi literatur.

Sedangkan analisis kuantitatif dilakukan untuk menganalisis data kuantitatif berupa hasil angket persepsi guru, hasil tes pengetahuan mahasiswa tentang mendesain pembelajaran fisika mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C, dan hasil penilaian keterampilan mahasiswa dalam mendesain modul ajar dan LKPD.

3.6.2 Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Kelayakan Program Perkuliahan PPF Berstrategi IRTaMS

Kelayakan program perkuliahan diperoleh melalui validasi ahli (*expert judgment*) untuk mengukur kevalidan, uji coba individu untuk mengukur kepraktisan (keterbacaan bahan belajar), dan uji coba kelompok kecil untuk mengukur efektivitas program perkuliahan.

1. Analisis Validasi Program Perkuliahan

Validasi ahli dilakukan oleh lima penelaah yang memiliki keahlian di bidang pendidikan fisika untuk menilai kelayakan program perkuliahan PPF berdasarkan validitas isi (*content validity*). Hasil data kuantitatif dari validasi ahli digunakan untuk menentukan kelayakan program perkuliahan PPF yang telah dikembangkan dari segi isi, sedangkan hasil data kualitatif dari validasi ahli berupa saran dan masukan dari ahli, menjadi dasar dalam melakukan revisi program perkuliahan sebelum diterapkan secara luas pada kelas implementasi.

Program perkuliahan PPF terdiri dari: RPS, BBM, BBW dan LKM. Program perkuliahan dinyatakan valid jika: nilai koefisien V Aiken lebih dari sama dengan 0,71 (persamaan 3.1) dan keputusan validasi yang diberikan oleh validator (ahli) “layak tanpa revisi” dan “layak dengan revisi”.

2. Analisis Kepraktisan Bahan Belajar

Selanjutnya kelayakan BBM dan BBW diperoleh dari penilaian keterbacaan berdasarkan respons mahasiswa. Data respons atau tanggapan mahasiswa terhadap keterbacaan bahan belajar pada uji coba individu yang dikumpulkan dengan skala sikap. Data diolah dengan menghitung persentase jumlah mahasiswa yang memberikan kesetujuan dan ketidaksetujuan terhadap setiap pernyataan yang diajukan menggunakan Persamaan 3.3.

$$\text{PRM (\%)} = \frac{JR}{JSR} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dengan keterangan PRM (%) adalah persentase respons mahasiswa terhadap bahan belajar, JR adalah jumlah responden yang menyatakan kesetujuan dan ketidaksetujuan terhadap setiap pernyataan yang diberikan dan JSR adalah jumlah seluruh responden. Bahan belajar dinilai praktis jika persentase kesetujuan mahasiswa lebih dari 85% pada setiap aspek penilaian keterbacaan bahan belajar (Saputri, dkk., 2023; Sulastrri, dkk., 2022).

3. Analisis Keefektifan Program Perkuliahan

Selanjutnya kelayakan program dilihat dari keefektifan program perkuliahan melalui analisis peningkatan pengetahuan dan keterampilan menggunakan persamaan N-Gain. Program perkuliahan dinilai efektif jika memiliki dampak pada peningkatan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran mengacu model PBL berorientasi keterampilan 4C. Peningkatan pengetahuan mahasiswa dengan menghitung besar N-Gain dari skor *pre-test* dan skor *posttest* (Wright, 2020; Nissen, dkk., 2018; Hake, 2002), menggunakan Persamaan 3.4. Kriteria N-Gain berdasarkan interpretasi kriteria peningkatan sesuai Tabel 3.19.

$$g = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pre-test}}{\text{Skor maksimum ideal} - \text{Skor Pre-test}} \quad (3.4)$$

Selanjutnya peningkatan keterampilan tiap mahasiswa dengan menghitung besar N-Gain dari skor *pre-task* dan skor *posttask* menggunakan Persamaan 3.5. Kriteria N-Gain keterampilan berdasarkan interpretasi kriteria peningkatan sesuai Tabel 3.19.

$$g = \frac{\text{Skor Posttask} - \text{Skor Pre-task}}{\text{Skor maksimum ideal} - \text{Skor Pre-task}} \quad (3.5)$$

Tabel 3.19. Kriteria N-Gain (Hake, 2002)

Rentang N-Gain	Kriteria
$g \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Sedang
$0,00 \leq g < 0,30$	Rendah

Program perkuliahan dinilai efektif jika peningkatan pengetahuan dan keterampilan berada dalam kategori tinggi dan sedang. Sedangkan pada kategori peningkatan rendah menunjukkan program perkuliahan belum dinilai efektif.

3.6.3 Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Peningkatan Pengetahuan Mahasiswa tentang Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

1. Teknik Analisis Peningkatan Pengetahuan Mahasiswa tentang Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Data pengetahuan diperoleh dari hasil tes sebelum dan sesudah perkuliahan PPF dengan strategi IRTaMS. Data jawaban tes dikumpulkan dari mahasiswa kemudian dilakukan proses penskoran yang selanjutnya data diolah dan dianalisis. Adapun tahapan yang dilakukan untuk menentukan peningkatan pengetahuan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis PBL berorientasi keterampilan 4C adalah sebagai berikut.

- a. Memberikan skor untuk tiap butir soal yang dijawab oleh mahasiswa dengan skor 1 jika jawaban benar dan skor 0 jika jawaban salah.
- b. Menghitung peningkatan pengetahuan mahasiswa dengan menghitung besar N-Gain dari skor *pre-test* dan skor *posttest* (Wright, 2020; Nissen, dkk., 2018; Hake, 2002), menggunakan Persamaan 3.4.
- c. Menentukan kriteria N-Gain berdasarkan interpretasi kriteria peningkatan sesuai Tabel 3.19.

2. Teknik Analisis Perubahan Level Pengetahuan Mahasiswa tentang Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Data skor pengetahuan setiap mahasiswa ditransformasikan ke dalam ukuran *logit* dengan menggunakan analisis Rasch model. Data *logit value person* kemudian dikelompokkan dalam empat kategori yaitu sangat tinggi (ST), tinggi (T), rendah (R) dan sangat rendah (SR) baik data sebelum dan sesudah perkuliahan. Selanjutnya data perubahan level pengetahuan mahasiswa sebelum dan setelah perkuliahan dianalisis menggunakan metode *stacking* dalam Rasch model. Adapun rincian langkahnya dijelaskan sebagai berikut.

- a. Data skor pengetahuan mahasiswa disimpan dalam format xls, kemudian dikonversi dalam format prn.
- b. Data dalam format prn dimasukkan ke dalam aplikasi Winsteps 5.8.5 kemudian data di *running*.
- c. Data dianalisis melalui menu *output tables* pada *person measure*.
- d. Nilai rata-rata (M) dan standar deviasi (S) *logit value person* (LVP) digunakan untuk mengkategorikan level pengetahuan dengan kriteria yang disajikan pada Tabel 3.20.

Tabel 3.20. Penentuan Level Pengetahuan Mahasiswa tentang Desain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Rentang Skor	Level Pengetahuan
$LVP \geq M+S$	Sangat Tinggi
$M \leq LVP < M+S$	Tinggi
$M-S \leq LVP < M$	Rendah
$LVP < M-S$	Sangat Rendah

- e. Menghitung jumlah mahasiswa untuk tiap level pengetahuan baik sebelum dan sesudah perkuliahan.
- f. Menggambarkan pola perubahan level pengetahuan mahasiswa berdasarkan level pengetahuan sebelum dan sesudah perkuliahan.

3.6.4 Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Peningkatan Keterampilan Mahasiswa dalam Mendesain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

1. Teknik Analisis Peningkatan Keterampilan Mahasiswa dalam Mendesain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Data keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis PBL diperoleh dari penilaian instrumen penilaian keterampilan 4C, modul ajar, dan LKPD yang didesain oleh mahasiswa. Data jawaban tugas yang dikumpulkan dari mahasiswa kemudian dilakukan proses penskoran menggunakan rubrik penilaian yang selanjutnya data diolah dan dianalisis. Adapun tahapan yang dilakukan untuk menentukan peningkatan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran

fisika yang mengacu pada model PBL berorientasi keterampilan 4C adalah sebagai berikut.

- a. Memberikan skor tiap aspek penilaian instrumen penilaian keterampilan 4C, modul ajar, dan LKPD, yang dikonstruksi oleh setiap mahasiswa. Komponen instrumen keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif yang ditelaah dan dinilai sebanyak dua aspek penilaian yang kemudian dijabarkan menjadi enam indikator. Rentang skor yang digunakan yaitu 1-3 dengan nilai terendah 1 dan nilai tertinggi 3. Sedangkan instrumen kemampuan berkolaborasi dan kemampuan berkomunikasi yang ditelaah dan dinilai sebanyak lima indikator. Rentang skor yang digunakan yaitu 1-4 dengan nilai terendah 1 dan nilai tertinggi 4. Rubrik penilaian disusun berdasarkan kriteria untuk setiap aspek penilaian instrumen keterampilan 4C. Rubrik penilaian keterampilan mengonstruksi instrumen penilaian keterampilan 4C disajikan secara lengkap pada Lampiran 3. Komponen modul ajar yang ditelaah dan dinilai sebanyak enam aspek penilaian dan masing-masing aspek dijabarkan dalam beberapa indikator. Rentang skor yang digunakan yaitu 1-3 dengan nilai terendah 1 dan nilai tertinggi 3. Pemberian skor tiap indikator disesuaikan dengan rubrik penilaian yang ditetapkan. Rubrik penilaian keterampilan mendesain modul ajar secara lengkap disajikan pada Lampiran 4. Komponen LKPD yang ditelaah dan dinilai sebanyak enam aspek penilaian yang kemudian dijabarkan menjadi beberapa indikator. Rentang skor yang digunakan yaitu 1-4 dengan nilai terendah 1 dan nilai tertinggi 4. Pemberian skor tiap indikator disesuaikan dengan rubrik penilaian yang ditetapkan. Rubrik penilaian keterampilan menyusun LKPD secara lengkap disajikan pada Lampiran 5.
 - b. Menghitung peningkatan keterampilan tiap mahasiswa dengan menghitung besar N-Gain dari skor *pre-task* dan skor *posttask* menggunakan Persamaan 3.5.
 - c. Menentukan kriteria N-Gain berdasarkan interpretasi kriteria peningkatan sesuai Tabel 3.19.
2. Teknik Analisis Perubahan Level Keterampilan Mahasiswa dalam Mendesain Pembelajaran Fisika Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Data skor keterampilan tiap mahasiswa ditransformasikan ke dalam ukuran *logit* dengan menggunakan analisis Rasch model. Data *Logit Value Person* kemudian dikelompokkan dalam empat kategori yaitu sangat terampil (ST), terampil (T), kurang terampil (KT), dan tidak terampil (TT) baik data sebelum dan sesudah perkuliahan. Selanjutnya data perubahan kategori keterampilan mahasiswa sebelum dan setelah perkuliahan dianalisis menggunakan metode *stacking* dalam Rasch model. Adapun rincian langkahnya dijelaskan sebagai berikut.

- a. Data skor keterampilan mahasiswa disimpan dalam format xls, kemudian dikonversi dalam format prn.
- b. Data dalam format prn dimasukkan ke dalam aplikasi Winsteps 5.8.5 kemudian data di *running*.
- c. Data dianalisis melalui menu *Output Tables* pada *Person Measure*.
- d. Nilai rata-rata (M) dan standar deviasi (S) *Logit Value Person* (LVP) digunakan untuk mengkategorikan level keterampilan dengan kriteria yang disajikan pada Tabel 3.21.

Tabel 3.21. Penentuan Level Keterampilan Mahasiswa dalam Mendesain Pembelajaran Mengacu Model PBL Berorientasi Keterampilan 4C

Rentang Skor	Level Keterampilan
$LVP \geq M+S$	Sangat Terampil
$M \leq LVP < M+S$	Terampil
$M-S \leq LVP < M$	Kurang Terampil
$LVP < M-S$	Tidak Terampil

- e. Menghitung jumlah mahasiswa untuk tiap level baik sebelum dan sesudah perkuliahan.
- f. Menggambarkan pola perubahan level keterampilan mahasiswa berdasarkan level keterampilan sebelum dan sesudah perkuliahan.

3.6.5 Teknik Analisis Data untuk Mengetahui Respons Mahasiswa Terhadap Implementasi Program Perkuliahan PPF Berstrategi IRTaMS

Data respons mahasiswa terhadap implementasi program perkuliahan dengan strategi IRTaMS diperoleh menggunakan lembar skala sikap. Aspek yang diukur

meliputi minat, motivasi, dan dampak program perkuliahan terhadap peningkatan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam mendesain pembelajaran fisika berbasis PBL berorientasi keterampilan 4C. Aspek-aspek tersebut dijabarkan dalam beberapa pernyataan dan mahasiswa memberikan jawaban positif (*agreement*) dan negatif (*disagreement*) terhadap setiap pernyataan yang diberikan. Respon *agreement* yang diberikan mahasiswa dinyatakan dalam respon SS (sangat setuju) dan S (setuju), sedangkan respon *disagreement* dinyatakan dalam respon TS (Tidak setuju) dan STS (sangat tidak setuju). Data skala sikap yang diperoleh kemudian dianalisis dengan menghitung persentase jumlah mahasiswa yang memberikan kesetujuan dan ketidaksetujuan untuk setiap pernyataan yang diajukan, menggunakan persamaan 3.3.