

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Metode dan Disain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode *one-group pretes-posttes design*. Dipilih metode tersebut karena kelompok subjek penelitian merupakan kelas tunggal sehingga tidak memungkinkan keberadaan kelas kontrol. McMillan dan Schumacher (1993) menyatakan bahwa metode *one-group pretes-posttes design* dapat digunakan dengan konsekuensi meminimalkan pengaruh yang mungkin terjadi, dengan cara menggunakan instrumen yang reliabel, dan selang waktu antara pelaksanaan pretes dan postes tidak terlalu lama. Keseluruhan kegiatan penelitian digambarkan dalam disain studi yang disajikan pada gambar 3-1.

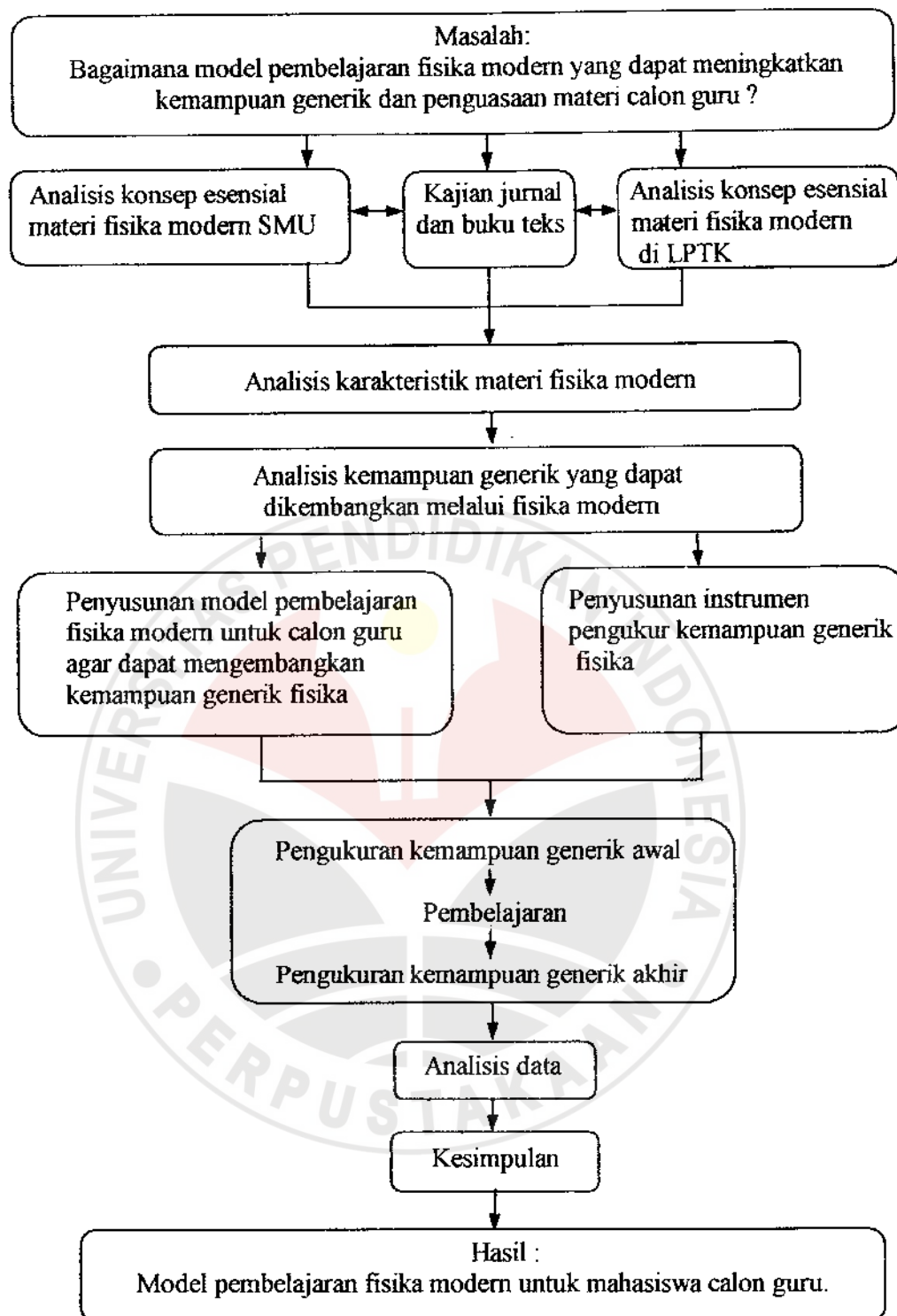
B. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa semester tiga Program Studi Pendidikan Fisika, pada sebuah Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK), yang berjumlah 22 mahasiswa. Pada saat penelitian dilakukan mereka sedang mengambil mata kuliah fisika modern.

C. Instrumen Penelitian

Dalam rangka memperoleh data yang lengkap dan demi ketajaman analisis data maka dalam penelitian ini digunakan beberapa instrumen, yaitu :

- 1) Tes kemampuan generik. Instrumen ini digunakan untuk mengetahui kemampuan generik mahasiswa yang menjadi subjek penelitian. Kemampuan generik yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah kemampuan dalam



Gambar 3-1
Desain Studi

sense of scale, bahasa simbolik, inferensi logika, sebab akibat, dan pendekatan matematik. Masing-masing kemampuan generik diukur melalui dua soal bentuk uraian. Adapun kisi-kisi soal dapat diperhatikan pada tabel 3.4 dan 3.5 serta pada lampiran 3-5 dan 3-6. Untuk menambah bobot validitas secara rasional, sebelum tes tersebut digunakan, terlebih dahulu ditimbang (*judgement*) oleh tiga orang ahli pendidikan fisika. Dari hasil penimbangan tersebut kemudian dilakukan perbaikan-perbaikan, baik pada bahasa maupun ketajaman dalam mengukur variabel kemampuan generik. Kemudian untuk mengetahui validitas secara empirik, tes kemampuan generik tersebut diujicobakan kepada 17 mahasiswa diluar subjek penelitian. Dari hasil ujicoba secara empirik ini dilakukan analisis baik validitas maupun reliabilitas tes. Hasil analisis reliabilitas dan validitas selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 3-10 sampai dengan 3-17.

- 2) Kuesioner. Instrumen ini digunakan untuk menjangkau pendapat mahasiswa mengenai program pembelajaran fisika modern yang dialaminya. Adapun aspek pembelajaran yang menjadi fokus dalam kuesioner ini adalah motivasi belajar, keterlibatan mahasiswa, penambahan konsep, pengkondisian aktif berpikir, cara dosen bertanya, bimbingan terhadap mahasiswa, dan ragam serta pemahaman sumber belajar. Masing-masing aspek dijangkau melalui tiga pernyataan sehingga seluruhnya ada dua puluh satu pernyataan. Kisi-kisi untuk penyusunan kuesioner dapat diperhatikan pada tabel 3.6 dan lampiran 3-8. Seperti juga tes kemampuan generik, kuesioner ini sebelum digunakan juga ditimbang oleh tiga ahli pendidikan fisika. Dari hasil penimbangan tersebut

kemudian dilakukan perbaikan-perbaikan terutama pada bagian pernyataan. Setiap mahasiswa memberikan pendapatnya tentang pernyataan yang ada pada lembar instrumen tersebut dengan menyatakan: SJ (sangat jarang), J(jarang), S (sering), dan SS (sangat sering).

- 3) Pedoman wawancara. Instrumen ini digunakan untuk memperoleh kejelasan pendapat mahasiswa secara langsung mengenai program pembelajaran fisika modern yang dialaminya. Sebagai dasar wawancara adalah hasil jawaban kuesioner yang telah diperoleh peneliti sebelumnya.

D. Prosedur Penelitian

Untuk mencapai tujuan secara optimal, penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut :

Tahap Pertama : Merancang program pembelajaran dan instrumen penelitian.

Tahap ini meliputi kegiatan-kegiatan berikut :

1. Menganalisis konsep esensial materi fisika modern

Materi fisika modern yang diajarkan di LPTK maupun yang diajarkan di sekolah menengah cukup banyak sehingga perlu dipilih materi yang dipandang benar-benar diperlukan dan menjadi dasar dalam belajar fisika modern. Dengan hanya memilih materi yang benar-benar esensial maka waktu yang tersedia dapat dimanfaatkan secara efektif untuk mencapai tujuan pembelajaran. Dari analisis materi terhadap silabi fisika modern di LPTK, dan kurikulum fisika sekolah menengah umum tahun 1995, kurikulum berbasis kompetensi untuk mata pelajaran fisika di sekolah menengah atas tahun 2002, serta topik-topik fisika yang disarankan untuk diajarkan di *Secondary Physics* oleh *NSTA (National*

Science Teachers Association), diperoleh perbandingan materi seperti disajikan dalam tabel 3.1 dan tabel 3.2.

Dengan memperhatikan hasil analisis yang tersaji dalam tabel 3.1 dan tabel 3.2 maka dipilih materi teori relativitas khusus dan gejala kuantum untuk dicobakan dalam penelitian. Pemilihan kedua topik tersebut didasarkan kepada: (a) kenyataan bahwa kedua topik tersebut diajarkan di sekolah menengah; (b) kedua topik juga diajarkan di LPTK; (c) kedua topik juga direkomendasikan sebagai materi tingkat sekolah menengah (*senior high school*) oleh asosiasi guru sains nasional (*National Science Teachers Association*) di Amerika; (d) kedua topik adalah topik utama yang menurut Krane (1992:3) merupakan pilar fisika modern.

2. Menganalisis karakteristik materi fisika modern

Dengan mengetahui karakteristik materi fisika modern maka dapat direncanakan program pembelajaran yang paling sesuai untuk dapat mencapai tujuan yaitu mengembangkan kemampuan generik dan penguasaan materi.

3. Menganalisis kemampuan generik yang dapat ditumbuhkan melalui pembelajaran fisika modern

Tidak semua materi sesuai sebagai sarana untuk mengembangkan berbagai kemampuan generik. Dengan memperhatikan tingkat kompleksitas kemampuan generik serta memperhatikan karakteristik materi fisika modern, maka dalam penelitian ini dipilih lima kemampuan generik yang dipandang sesuai dikembangkan, yaitu kemampuan dalam *sense of scale*, bahasa simbolik, inferensi logika, sebab akibat, dan pemodelan matematik. Kemampuan mengamati, baik

Tabel 3.1
**PERBANDINGAN MATERI FISIKA MODERN
 MENURUT KURIKULUM SMA 1995, KBK 2002, NSTA, DAN LPTK**

KURIKULUM SMA TH. 1995	KURIKULUM BERBASIS KOMPETENSI TH. 2002	SECONDARY PHYSICS RECOMMENDED BY NSTA	LPTK (UNNES) TH. 1999
1	2	3	4
<ol style="list-style-type: none"> 1. Relativitas 2. Dualisme partikel gelombang 3. Atom berelektron banyak 4. Molekul 5. Zat padat 6. Pita energi 7. Piranti Semikonduktor 8. Inti atom 9. Radioaktivitas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fisika Modern <ol style="list-style-type: none"> a. Gejala kuantum b. Kegagalan teori fisika klasik dan keberhasilan teori Planch 2. Teori atom 3. Teori relativitas khusus 4. Zat padat 5. Inti atom 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Atomic and nuclear physics 2. Radioactivity 3. Relativity 4. Quantum Mechanics 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Teori relativitas 2. Gejala kuantum 3. Dualisme gelombang partikel 4. Model atom 5. Dasar mekanika kuantum 6. Tinjauan kuantum atom hidrogen

Tabel 3.2
 PERBANDINGAN MATERI FISIKA MODERN
 MENURUT KURIKULUM SMA 1995, KBK 2002, NSTA, DAN LPTK

NO.	MATERI FISIKA MODERN	KURIKULUM SMA TH 1994	KUR. BERBASIS KOMPETENSI TH 2002	SECONDARY PHYSICS (NSTA)	LPTK (UNNES) TH. 1999
	1	2	3	4	5
1.	Relativitas khusus	○	○	○	○
2.	Gejala kuantum	○	○	○	○
3.	Dualisme partikel gelombang	○		○	○
4.	Mekanika kuantum			○	○
5.	Teori atom	○	○		○
6.	Atom berelektron banyak	○			
7.	Molekul	○			
8.	Zat padat	○	○		
9.	Pita energi	○	○		
10.	Piranti semikonduktor	○			
11.	Inti atom	○	○	○	
12.	Radioaktivitas	○		○	
13.	Tinjauan kuantum atom H				○

Keterangan : ○ : tercantum dalam kurikulum.

pengamatan langsung maupun tidak langsung tidak dikembangkan di dalam penelitian ini karena pada topik teori relativitas maupun pada topik gejala kuantum tidak dilakukan praktikum. Sedangkan kemampuan berpikir dalam kerangka logika taat asas juga tidak dikembangkan di dalam penelitian ini dengan pertimbangan terlalu sulit bagi siswa sekolah lanjutan dan mahasiswa semester awal.

4. Merancang modul program pembelajaran fisika modern yang diharapkan dapat mengembangkan kemampuan generik

Dalam penyusunan modul bahan ajar penulis mengacu kepada *Physics by Inquiry* yang telah dikembangkan oleh McDermott (1992) beserta kelompok penelitiannya. Sedangkan materi fisika modern mengacu kepada buku Fisika Modern yang ditulis oleh Kenneth Krane (1992), Konsep Fisika Modern yang ditulis Arthur Beiser (1982), dan *Modern Physics from α to Z^0* yang ditulis oleh James William Rohlf (1994). Modul bahan ajar dalam penelitian ini pada setiap topik terdiri dari dua bagian. Bagian satu diperuntukkan kepada mahasiswa, berisi sajian fakta, pertanyaan, dan tugas. Sedangkan satu bagian lagi diperuntukkan kepada dosen, berisi pedoman pembelajaran dalam menggunakan modul yang diberikan kepada mahasiswa, serta berisi tujuan setiap pertanyaan ataupun tugas yang diberikan kepada subjek belajar.

5. Menyusun instrumen penelitian yang meliputi tes kemampuan generik, dan kuesioner untuk menjangkau pendapat mahasiswa tentang pelaksanaan program pembelajaran fisika modern dalam penelitian ini.

a. Penyusunan tes kemampuan generik

Penyusunan tes kemampuan generik mengacu kepada rambu-rambu kemampuan generik yang ada dalam Hakikat Pembelajaran Fisika di Perguruan Tinggi yang ditulis oleh Soeprapto(2000). Dari rambu-rambu tersebut kemudian dijabarkan dalam indikator-indikator yang lebih operasional sehingga memungkinkan dilakukan pengukuran. Penjabaran setiap jenis kemampuan generik dapat diperhatikan dalam tabel 3.3.

Tabel 3.3
Kemampuan Generik dan Indikator

No.	KEMAMPUAN GENERIK	SUBKEMAMPUAN GENERIK (SEBAGAI INDIKATOR)
1.	Sense of scale	a. Menyadari ukuran objek-objek alam
2.	Bahasa simbolik	a. Menggunakan aturan matematika untuk menjelaskan masalah b. Menggunakan aturan matematika untuk memecahkan masalah
3.	Inferensi logika	a. Memahami aturan-aturan b. Berargumentasi berdasar aturan-aturan c. Menyelesaikan masalah berdasar aturan-aturan d. Menarik kesimpulan berdasar aturan
4.	Sebab akibat	a. Menghubungkan dua atau lebih variabel
5.	Pemodelan matematik	a. Mengungkap fenomena/masalah dalam bentuk sketsa gambar atau grafik b. Mengungkap fenomena dalam bentuk rumusan. c. Mengajukan alternatif penyelesaian masalah

Dengan berdasar kepada indikator pada masing-masing setiap kemampuan generik, selanjutnya disusun butir tes baik untuk topik teori relativitas khusus maupun untuk topik gejala kuantum. Pada tabel 3.4 dan tabel 3.5 disajikan materi dalam teori relativitas khusus dan gejala kuantum serta nomor soal dalam tes yang bersesuaian dengan kemampuan generik yang diukur.

b). Penyusunan Kuesioner Pendapat Mahasiswa

Kuesioner dibuat untuk menjangring pendapat mahasiswa mengenai penerapan model yang dicobakan dalam penelitian ini. Penyusunan angket mengacu kepada karakteristik pembelajaran sains yang efektif, yang diadopsi dari *Science Teaching and Development of Thinking*, yang ditulis oleh Lawson (1995). Penyusunan angket diawali dari indentifikasi aspek-aspek penting yang dapat dipandang sebagai indikator keefektifan sebuah model pembelajaran sains. Setiap aspek dijabarkan menjadi tiga pernyataan yang selanjutnya dimintakan pendapat kepada mahasiswa. Pendapat mahasiswa yang dijangring melalui kuesioner ini dikategorikan menjadi empat kemungkinan, yaitu: sangat jarang (SJ), jarang (J), sering (S), dan sangat sering (SJ). Adapun aspek-aspek yang digunakan untuk mengungkap keefektifan model pembelajaran tersebut dapat diperhatikan dalam tabel 3.6.

Tahap kedua : Uji coba rancangan program pembelajaran fisika modern dan instrumen penelitian. Tahap ini meliputi kegiatan berikut :

- 1). Uji coba rancangan pembelajaran dan instrumen penelitian. Uji coba dilakukan pada mahasiswa Jurusan Fisika peserta kuliah semester pendek antara semester tiga dan empat.



Tabel 3.4
Kemampuan Generik, Materi, dan Nomor Soal
dalam Teori Relativitas Khusus

No.	K. GENERIK	MATERI	NOMOR SOAL
1.	Sense of scale	Efek gerak relatif	1
		Pertambahan massa	2
2.	Bahasa simbolik	Pertambahan massa	3
		Kesetaraan Massa dan energi	4
3.	Inferensi logika	Konsekuensi teori relativitas khusus	5
		Penerapan konsep relativitas khusus	6
4.	Sebab akibat	Pemuaian waktu	7
		Kesetaraan massa dan energi	8
5.	Pemodelan matematika	Rapat massa secara relativistik	9
		Kesetaraan massa dan energi	10

Tabel 3.5
Kemampuan generik, Materi, dan Nomor Soal
dalam Gejala Kuantum

No.	K. GENERIK	MATERI	NOMOR SOAL
1.	Sense of Scale	Energi kuanta gelombang elektromagnetik	1
		Efek fotolistrik	2
2.	Bahasa simbolik	Pancaran radiasi	3
		Radiasi benda hitam menurut Rayleigh-Jeans	4
3.	Inferensi logika	Keseimbangan radiasi	5
		Gelombang, Efek fotolistrik	6
4.	Sebab akibat	Kesetaraan massa dan energi, energi kuantum	7
		Fungsi kerja	8
5.	Pemodelan matematik	Fotolistrik	9
		Hubungan energi dan panjang gelombang	10

Tabel 3.6
Aspek-aspek Pembelajaran Fisika
dan Pernyataan yang Berkait

No.	ASPEK	PERNYATAAN
1.	Motivasi	1. Materi kuliah fisika modern menarik bagi saya. 2. Kegiatan dalam kuliah fisika modern menarik bagi saya. 3. Saya dapat berkonsentrasi selama mengikuti kuliah fisika modern .
2.	Pertambahan konsep	4. Melalui kuliah fisika modern ini pengetahuan saya bertambah. 5. Kuliah fisika modern ini memberikan konsep baru. 6. Kuliah fisika modern memberi informasi atau fakta baru bagi saya.
3.	Sumber belajar	7. Sumber belajar yang digunakan dalam kuliah fisika modern dapat saya pahami. 8. Kuliah fisika modern menggunakan sumber belajar lebih dari satu buku. 9. Kuliah fisika modern menggunakan sumber belajar di internet.
4.	Mengajak mahasiswa aktif berpikir	10. Mahasiswa memperoleh informasi atau fakta yang menantang munculnya pertahyaan. 11. Mahasiswa perlu membuat dugaan (jawaban sementara) sebelum menelusuri jawab yang lebih lengkap. 12. Dalam menjawab pertanyaan mahasiswa diberi kesempatan berpikir sebelum diberi bimbingan dosen.

Tabel 3.6
Aspek-aspek Pembelajaran Fisika
dan Pernyataan yang Berkait (lanjutan)

No.	ASPEK	PERNYATAAN
5.	Keterlibatan mahasiswa	<p>13. Kesimpulan didasarkan kepada fakta/ hasil perhitungan .</p> <p>14. Dalam mencari jawab permasalahan, mahasiswa harus aktif.</p> <p>15. Dalam memecahkan permasalahan dosen menghimpun jawaban dari mahasiswa.</p>
6.	Cara bertanya	<p>16. Dosen mengajukan pertanyaan yang memiliki lebih dari satu jawaban.</p> <p>17. Setelah bertanya dosen terus menunjuk salah seorang mahasiswa.</p> <p>18. Setelah bertanya dosen memberi kesempatan berpikir beberapa saat sebelum meminta mahasiswa menjawabnya.</p>
7.	Bimbingan terhadap mahasiswa	<p>19. Dosen menerima dan menghargai semua jawaban mahasiswa .</p> <p>20. Dalam menjawab pertanyaan mahasiswa dosen mengajukan pertanyaan baru untuk membantu mahasiswa .</p> <p>21. Dalam menjawab pertanyaan mahasiswa, dosen memberi informasi tambahan sehingga mahasiswa dapat memikirkan jawab pertanyaan dengan lebih terbimbing</p>

2). Menganalisis hasil uji coba. Analisis dilakukan terhadap rancangan program pembelajaran dan instrumen penelitian, baik tes kemampuan generik, maupun kuesioner. Analisis validitas internal tiap butir tes kemampuan generik, dan

kuesioner menggunakan rumus korelasi Produk Momen dari Pearson, sebagai berikut :

$$r_{XY} = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{\{N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2\} \{N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2\}}}$$

Keterangan :

- r_{XY} : koefisien korelasi
- X : nilai rata-rata soal-soal tes pertama perorangan
- ΣX : jumlah nilai-nilai X
- ΣX^2 : jumlah kuadrat nilai-nilai X
- Y : nilai rata-rata soal tes kedua perorangan
- ΣY : jumlah nilai-nilai Y
- ΣY^2 : jumlah kuadrat nilai-nilai Y
- XY : perkalian nilai-nilai X dan Y perorangan
- ΣXY : jumlah perkalian nilai X dan Y
- N : banyaknya pasangan nilai

Sedangkan analisis reliabilitas menggunakan rumus Cronbach Alpha, sebagai berikut :

$$r_{11} = \left[\frac{k}{(k-1)} \right] \left[1 - \frac{\Sigma \sigma_b^2}{\sigma_t^2} \right]$$

Keterangan :

- r_{11} : koefisien reliabilitas
- k : banyaknya soal
- σ_b^2 : variansi soal tertentu (soal ke ...)
- $\Sigma \sigma_b^2$: jumlah variansi skor seluruh soal menurut skor soal tertentu
- σ_t^2 : variansi skor seluruh soal menurut skor siswa perorangan

- a). Analisis validitas internal terhadap tes kemampuan generik dilakukan dengan menggunakan rumus korelasi Produk Momen dari Pearson, dengan hasil sebagai berikut: (1) hasil analisis validitas tes kemampuan generik untuk topik teori relativitas khusus adalah antara 4,3 sampai dengan 6,4. (2) hasil analisis

validitas tes kemampuan generik untuk topik gejala kuantum adalah antara 4,2 sampai dengan 4,9.

- b). Analisis reliabilitas terhadap tes kemampuan generik dilakukan dengan menggunakan rumus Cronbach Alpha, dengan hasil sebagai berikut: (1) hasil analisis reliabilitas tes kemampuan generik untuk topik teori relativitas khusus adalah 6,4. (2) hasil analisis reliabilitas tes kemampuan generik untuk topik gejala kuantum adalah 5,5
- 3). Melakukan perbaikan terhadap rancangan program pembelajaran fisika modern dan instrumen penelitian. Perbaikan rancangan pembelajaran dilakukan dengan menambahkan visualisasi kurva Planck dengan menggunakan komputer. Melalui visualisasi ini gambar kurva Planck dalam berbagai suhu dapat tampak jelas perbedaannya sehingga sangat membantu dalam proses pengajaran konsep Pergeseran Wien. Sedangkan pada bagian instrumen perbaikan dilakukan pada alat evaluasi model pembelajaran fisika modern yang berkaitan dengan pernyataan butir ke 2, 3, 6, dan 7. Pada butir-butir tersebut kata 'anda' diperbaiki dan diganti dengan kata 'saya'. Perbaikan juga dilakukan pada cara analisis tanggapan mahasiswa terhadap model pembelajaran fisika modern. Dari semula tanggapan mahasiswa dikelompokkan menjadi empat kategori, selanjutnya diperbaiki menjadi hanya dua kategori, yaitu cenderung tinggi dan cenderung rendah.

Tahap ketiga : Pelaksanaan penelitian.

Tahap ini meliputi kegiatan-kegiatan berikut :

- 1). Melakukan tes awal untuk mengetahui kondisi awal pemahaman materi dan

kemampuan generik mahasiswa. Tes dilakukan sebelum pembelajaran topik teori relativitas khusus dan sebelum pembelajaran gejala kuantum.

- 2). Melaksanakan proses pembelajaran fisika modern yang dirancang untuk menumbuhkan kemampuan generik. Dalam proses pembelajaran mahasiswa diberi bahan berupa fotokopi rencana pembelajaran yang didalamnya termuat informasi dan pertanyaan yang mengajak mahasiswa berpikir untuk mencari jawab. Oleh karena beberapa pertanyaan membutuhkan komputer untuk menjawabnya, terutama untuk kemudahan dan kecepatan pembuatan grafik maka dipilih ruang pembelajaran yang didalamnya tersedia fasilitas komputer.
- 3). Melakukan tes di akhir pembelajaran teori relativitas khusus, dan di akhir pembelajaran gejala kuantum. Tes ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kemampuan generik mahasiswa setelah proses pembelajaran.
- 4). Meminta pendapat mahasiswa tentang pembelajaran fisika modern yang dialaminya melalui kuesioner
- 5). Melakukan analisis data dan kajian
- 6). Melakukan interpretasi, menyimpulkan, dan rekomendasi
- 7). Menyusun laporan penelitian

E. Teknik Pengumpulan Data

Data dalam penelitian ini meliputi data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa skor kemampuan generik, sedangkan data kualitatif berupa pendapat mahasiswa tentang program pembelajaran fisika modern yang dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara. Tes kemampuan generik dilakukan di awal dan di akhir proses pembelajaran masing-masing untuk topik

teori relativitas khusus dan gejala kuantum. Sedangkan kuesioner diberikan pada akhir setelah proses pembelajaran selesai.

F. Teknis Analisis Data

Analisis data secara klasikal digunakan uji statistik parametrik (t-tes) untuk menguji perbedaan keseluruhan kemampuan generik sebelum dan sesudah pembelajaran. Sedangkan untuk data pada masing-masing kelompok dan data untuk masing-masing kemampuan generik digunakan uji statistik non-parametrik (uji Wilcoxon). Untuk uji perbedaan kemampuan generik antar kelompok digunakan uji statistik non-parametrik (uji Mann-Whitney). Penggunaan uji statistik parametrik dilakukan karena dalam uji normalitas data (uji Lilifors) menunjukkan data berdistribusi normal. Sedangkan untuk data pada masing-masing kelompok, oleh karena jumlah subjek dalam kelompok yang relatif kecil maka diasumsikan bahwa data tidak berdistribusi normal dan oleh karenanya digunakan uji statistik non-parametrik.