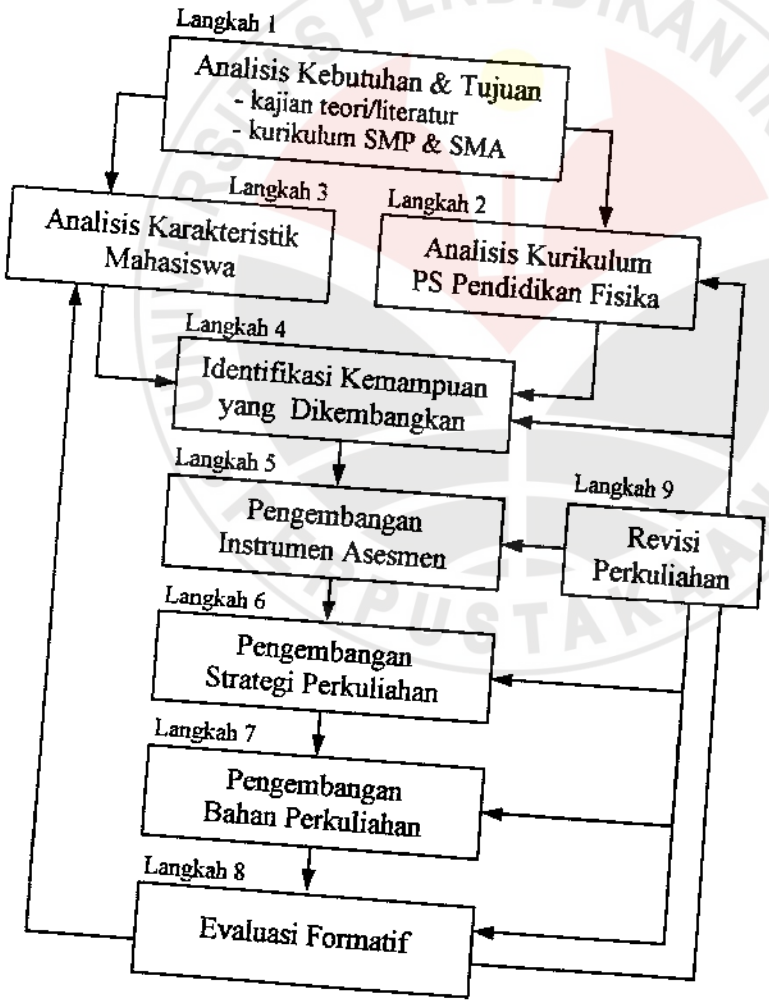
BAB III

METODE PENELITIAN

B. Model dan Desain Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan model *research and development* (*R & D model*) dengan desain seperti yang dikembangkan oleh Walter Dick dan Lou Carey (Gall *et al*, 2003). Desain tersebut terdiri dari 10 langkah, tetapi dalam penelitian ini hanya digunakan sembilan langkah pertama (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 Bagan desain penelitian (diadaptasi dari Gall *et al.*, 2003)

Pada **langkah 1** ditetapkan tujuan umum penelitian ini. Tujuan ditetapkan berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang diselenggarakan melalui kajian teori atau literatur dan analisis terhadap Kurikulum 2004 untuk mata pelajaran sains SMP/MTs dan fisika SMA/MA. Hasil analisis selengkapnya diuraikan pada Bab II disertasi ini. Berdasarkan hasil analisis itu, tujuan umum penelitian ini diarahkan untuk menemukan cara mengembangkan kemampuan mahasiswa calon guru fisika dalam merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium inkuiri.

Pada **langkah 2** dilakukan analisis kurikulum Program Studi Pendidikan Fisika. Analisis dilakukan dalam rangka mengidentifikasi kemampuan-kemampuan yang harus dikembangkan untuk membekali mahasiswa dalam merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium fisika berbasis inkuiri, dan pada mata kuliah apa saja kemampuan-kemampuan itu dapat dibelajarkan. Selain itu, analisis dilakukan untuk mengidentifikasi mata kuliah yang sesuai untuk mengintegrasikan kemampuan-kemampuan itu menjadi satu kesatuan, yaitu kemampuan merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium fisika berbasis inkuiri.

Berdasarkan hasil analisis tersebut, akhirnya ditetapkan bahwa upaya pengembangan kemampuan mahasiswa dalam merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium berbasis inkuiri dilaksanakan dengan cara merancang ulang mata kuliah Laboratorium Fisika Pendidikan. Analisis selengkapnya terhadap kurikulum Program Studi S1 Pendidikan Fisika diuraikan pada Bab II.

Langkah 3 dilakukan untuk mengidentifikasi kemampuan yang sudah dipelajari mahasiswa sebelum menempuh mata kuliah Laboratorium Fisika Pendidikan.

Identifikasi kemampuan dilakukan dengan menganalisis mata kuliah semester satu, dua, tiga, dan empat. Selain itu, kemampuan itu juga diungkap dengan tes awal tertulis dan perbuatan. Selanjutnya diidentifikasi situasi atau *setting* perkuliahan pada mata kuliah Laboratorium Fisika Pendidikan. Kemampuan-kemampuan baru yang terkait dengan kemampuan merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium inkuiri diintegrasikan dengan kemampuan-kemampuan pendukung yang sudah dimiliki mahasiswa, kemudian dibelajarkan dalam *setting* kegiatan laboratorium atau praktikum pada mata kuliah Laboratorium Fisika Pendidikan.

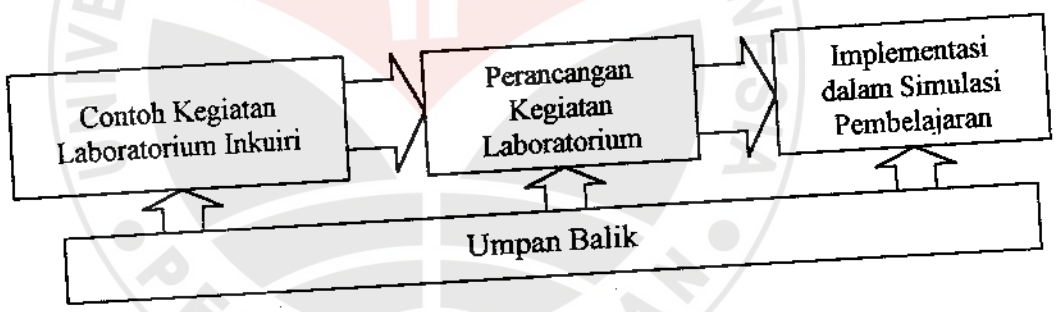
Langkah 4 meliputi kegiatan penjabaran tujuan umum perkuliahan ke dalam bentuk kemampuan-kemampuan beserta indikator keberhasilannya. Penjabaran itu dilakukan dengan cara mengidentifikasi unjuk kerja yang dianggap terbaik untuk mendukung kemampuan merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium inkuiri.

Berikutnya, pada **langkah 5** dirancang dan diujicoba instrumen asesmen atau evaluasi untuk mengungkap ketercapaian kemampuan-kemampuan sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan pada langkah 4. Jenis instrumen evaluasi yang digunakan dan hasil ujicobanya diuraikan pada bab ini, yaitu pada bagian D.

Pada **langkah 6** dirancang strategi perkuliahan untuk membantu mahasiswa mencapai kemampuan dengan indikator yang telah ditetapkan (pada langkah 4). Dari kajian literatur diperoleh informasi bahwa menurut teori pemodelan tingkah laku Bandura (1977), sebagian besar manusia belajar dilakukan dengan cara mengamati dan mengingat secara selektif tingkah laku orang lain. Implikasinya, untuk membekali mahasiswa dengan kemampuan merancang dan melaksanakan

kegiatan laboratorium inkuiri diperlukan kegiatan yang dapat dijadikan contoh bagi mereka kelak kalau sudah menjadi guru.

Pada penelitian ini perkuliahan Laboratorium Fisika Pendidikan secara garis besar diselenggarakan dengan pola sebagai berikut. Pertama, setelah mendiskusikan tujuan perkuliahan dan latar belakang yang mendasarinya, mahasiswa mengerjakan contoh kegiatan laboratorium inkuiri, dilanjutkan dengan mendiskusikan kegiatan yang telah dikerjakannya itu. Kedua, mahasiswa secara individual membuat rancangan kegiatan laboratorium inkuiri. Ketiga, mahasiswa mengimplementasikan hasil rancangannya itu dalam simulasi pembelajaran. Selama proses perkuliahan ini dosen memberikan umpan balik. Dalam bentuk bagan desain perkuliahan tersebut ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Desain perkuliahan

Pada **langkah 7** dirancang dan dikembangkan bahan perkuliahan, yang terdiri dari *hand-out* untuk dosen dan lembar kegiatan mahasiswa (LKM). Pengembangan bahan perkuliahan itu mengacu pada penjabaran tujuan umum perkuliahan (Tabel 3.1).

Pada **langkah 8** dilakukan evaluasi formatif terhadap perangkat perkuliahan melalui kegiatan uji coba dan implementasi di kelas. Khusus untuk model LKM,

evaluasi formatifnya dilakukan melalui proses pengembangan seperti dikemukakan oleh Gall *et al.* (2003), yaitu LKM diujicobakan secara bertingkat pada: (1) individu, (2) kelompok kecil (6 mahasiswa), kemudian (3) diimplementasikan di kelas.

Pada **langkah 9,** hasil ujicoba digunakan sebagai masukan dalam merevisi pekerjaan yang telah dilakukan pada tujuh langkah pertama sebelum langkah 8. Sebelum dan setelah implementasi bahan perkuliahan di kelas, yaitu pada awal dan akhir semester, diselenggarakan pre-test dan post-test.

Pada langkah 10 biasanya dilakukan evaluasi sumatif dengan cara membandingkan program yang telah dikembangkan dengan program lain. Karena pada penelitian ini tidak dikembangkan program alternatif maka langkah 10 tidak dilakukan. Menurut Gall *et al.* (2003), evaluasi sumatif biasanya dilakukan oleh peneliti lain.

B. Lokasi dan Subyek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di suatu LPTK. Subyek penelitian adalah semua mahasiswa semester lima Program Studi S1 Pendidikan Fisika peserta mata kuliah Laboratorium Fisika Pendidikan pada tahun akademik 2004/2005. Subyek penelitian berjumlah 40 mahasiswa, terdiri dari 12 laki-laki dan 28 perempuan, dan tidak ada yang berstatus mengulang pada mata kuliah itu.

C. Variabel Penelitian

Menurut Lazarowitz & Tamir (1994) ada lima faktor yang dapat memfasilitasi keberhasilan pengajaran laboratorium, yaitu: kurikulum, sumber daya, lingkungan

belajar, keefektifan mengajar, dan strategi asesmen. Pada penelitian ini perangkat pembelajaran dijadikan sebagai variabel bebas yang dimanipulasi guna meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium fisika berbasis inkuiri (variabel tergantung). Penelitian ini tidak difokuskan untuk mengungkap hubungan antara kedua variabel itu, dan juga tidak untuk membandingkan perubahan variabel tergantung antara penerapan dua atau lebih strategi pembelajaran yang berbeda, melainkan untuk secara bersiklus memanipulasi variabel bebas hingga tercapai peningkatan variabel tergantung sesuai dengan yang diharapkan.

Dengan menggunakan model *research and development*, perangkat kurikulum pembelajaran, khususnya LKM, dikembangkan melalui siklus uji coba bertingkat dengan tujuan untuk mengembangkan kemampuan mahasiswa dalam merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium fisika berbasis inkuiri (variabel tergantung). Walaupun yang dikembangkan melalui siklus uji coba bertingkat hanya LKM, tetapi hal itu akan memberikan implikasi pada perubahan atau pengembangan faktor-faktor lain, seperti penyediaan sumber daya, pengaturan lingkungan belajar, penyesuaian strategi mengajar dan strategi asesmennya.

Sebagai variabel tergantung adalah tujuan umum perkuliahan, yaitu kemampuan mahasiswa dalam merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium fisika berbasis inkuiri. Selanjutnya tujuan tersebut dijabarkan dalam bentuk kemampuan-kemampuan pendukung beserta indikator keberhasilannya. Hasil penjabaran itu ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kemampuan yang dikembangkan dan indikatornya

No	Kemampuan	Indikator
1	Menentukan tujuan penyelenggaraan kegiatan laboratorium bagi siswa	1.a Menetapkan kemampuan-kemampuan yang diharapkan dicapai siswa
		1.b Menetapkan indikator yang spesifik dan operasional
2	Menentukan jenis percobaan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan	2.a Memilih percobaan yang paling sesuai berdasarkan hasil analisis terhadap beberapa percobaan yang sejenis
		2.b Menjelaskan dasar teori percobaan yang dipilih
		2.c Menjelaskan keunggulan & kelemahan percob yang dipilih
3	Mengenali alat-alat laboratorium dan terampil menggunakannya	3.a Mengenali alat dan bahan percobaan
		3.b Menggunakan alat dan bahan percobaan
		3.b Menentukan spesifikasi alat dan bahan percobaan (termasuk sensitivitas, resolusi, dan kapasitasnya)
4	Mengenali rangkaian percobaan dan menggambarkan diagramnya	4.a Mengenali simbol alat dan bahan percobaan
		4.b Menggambarkan diagram rangkaian percobaan
5	Merencanakan prosedur percobaan dan melaksanakannya	5.a Mengungkap gejala dan merumuskan masalah
		5.b Mengajukan hipotesis dari masalah yang diungkap
		5.c Merancang prosedur percobaan (termasuk menentukan variabel-variabelnya) untuk menguji hipotesis dan memprediksikan hasil yang diharapkan
		5.d Mengumpulkan data melalui pengamatan atau pengukuran dan menyajikannya dalam bentuk tabel
		5.e Menganalisis data dan menyatakan hasil percobaan dalam bentuk angka, grafik, dan kalimat
		5.f Menganalisis kesalahan sistematis dan kesalahan random serta menilai tingkat akurasi & presisi suatu pengukuran
		5.g Menarik kesimpulan berdasarkan data yang tersedia
6	Menyusun petunjuk kegiatan lab (percobaan) dalam format lembar kegiatan siswa (LKS) berbasis inkuiri dan mengimplementasiknnya	6.a Membuat pertanyaan-pertanyaan yang sesuai untuk menuntun siswa melakukan kegiatan lab inkuiri sampai memperoleh kesimpulan yang diharapkan
		6.b Mengimplementasikan LKS inkuiri dalam simulasi pembelajaran
7	Merancang alat evaluasi kegiatan laboratorium.	7.a Membuat kisi-kisi evaluasi
		7.b Menentukan jenis evaluasi yang sesuai
		7.c Menyusun instrumen evaluasi dan cara penyekorannya

D. Instrumen Penelitian

Karena penelitian ini melibatkan dua variabel utama, yaitu variabel bebas dan variabel tergantung, maka pada penelitian ini disusun dua jenis instrumen, yaitu instrumen yang berfungsi untuk memanipulasi proses pembelajaran, dan instrumen yang berfungsi untuk mengevaluasi hasil dari tindakan manipulasi itu. Kedua jenis instrumen itu disusun dengan mengacu pada tujuan penelitian yang tercermin pada kemampuan-kemampuan beserta indikatornya yang telah dijabarkan pada Tabel 3.1. Variabel dan instrumen penelitian serta fungsi dari setiap instrumen itu ditunjukkan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Variabel penelitian, instrumen penelitian, dan fungsinya.

Variabel Penelitian	Instrumen Penelitian	Fungsi
Variabel bebas	- *Hand out* atau petunjuk dosen (Lamp 3a & 3d)	Instrumen proses pembelajaran
	- Lembar kegiatan mahasiswa (LKM) (Lampiran 3b, 3c, 3e, dan 3f)	
	- Petunjuk pembuatan laporan kegiatan laboratorium (Lampiran 3h)	
	- Petunjuk pembuatan rancangan kegiatan lab inkuiri (Lampiran 4a)	
Variabel tergantung	- Tes pilihan ganda (Lampiran 2a)	Mengungkap indikator: 5a, 5b, 5c, 5e, 5f, 5g, dan 6a *)
	- Lembar pengamatan untuk tes perbuatan (Lampiran 2b)	Mengungkap indikator: 3a, 3b, 3c, 4a, 4b, 5d, 5f *)
	- Lembar penyekoran kemampuan merencanakan prosedur percob.(Lamp.3g)	Mengungkap indikator: 5a, 5b, dan 5c *)
	- Lembar penyekoran laporan kegiatan laboratorium (Lampiran 3i)	Mengungkap indikator:3a,3b, 3c,4a,4b,5a,5b,5c,5d,5e,5f,5g *)
	- Lembar penyekoran hasil rancangan (Lampiran 4b)	Mengungkap semua indikator keculi 6b *)
	- Panduan pengamatan sikap (Lampiran 5)	Mengungkap indikator tambahan yaitu sikap mahasiswa

*) sesuai dengan indikator pada Tabel 3.1

Semua instrumen penelitian yang disebutkan pada Tabel 3.2 dimuat pada Lampiran 2 sampai dengan 5. Sebelum digunakan untuk mengambil data, instrumen penelitian diujicobakan secara empiris kepada mahasiswa (yang tidak menjadi subyek penelitian) dan dimintakan pertimbangan kepada pakar (*expert judgment*) untuk mendapatkan masukan dalam rangka perbaikan instrumen. Selain kepada promotor, ko-promotor, dan anggota, instrumen juga dimintakan *judgment* kepada tiga orang dosen dari Jurusan Fisika di tempat penelitian ini dilaksanakan. Dilibatkannya pakar dari lokasi penelitian juga bertujuan untuk mensosialisasikan upaya pengembangan kemampuan mahasiswa dalam merancang dan melaksanakan kegiatan laboratorium inkuiri.

1. Ujicoba Instrumen Tes dan Lembar Penyekoran

Perangkat tes, yaitu tes pilihan ganda (Lampiran 2a) dan tes perbuatan (Lampiran 2b), serta semua lembar penyekoran, yaitu lembar penyekoran kemampuan merencanakan prosedur percobaan (Lampiran 3g), lembar penyekoran laporan kegiatan laboratorium (Lampiran 3i), dan lembar penyekoran hasil rancangan (Lampiran 4b), selain diujicobakan secara empiris juga dimintakan pertimbangan kepada ahli. Pertimbangan ahli dilakukan untuk menentukan validitas instrumen, sedangkan ujicoba empiris untuk menentukan reliabilitas instrumen.

Validitas tiap butir instrumen ditentukan melalui *expert judgment* dengan cara seperti yang dilakukan oleh Maloney *et al.* (2001), yaitu tiga orang ahli memberikan pertimbangan tentang *reasonableness* dan *appropriateness* pada setiap butir instrumen dengan memberikan skor 1 (terendah), 2, 3, 4, atau 5 (tertinggi) (Lampiran 6a).

Reasonableness adalah kelogisan substansi setiap butir instrumen, sedangkan *appropriateness* adalah kesesuaian setiap butir instrumen dengan tujuan penggunaannya yang tercermin dalam kisi-kisi instrumen.

Tabel 3.3 berisi rata-rata skor *reasonableness* dan *appropriateness* dari setiap butir soal pilihan ganda yang diperoleh dari tiga ahli yang dimintai pertimbangannya. Data pada tabel itu menunjukkan bahwa semua soal memiliki *reasonableness* dan *appropriateness* yang relatif tinggi (rata-rata lebih dari 3).

Tabel 3.3. Validitas tes pilihan ganda

Nomor Soal	Rata-rata *Reasonableness*	Rata-rata *Appropriateness*	Nomor Soal	Rata-rata *Reasonableness*	Rata-rata *Appropriateness*
1	4.00	4.00	15	4.00	4.67
2	4.33	4.33	16	4.67	4.33
3	4.33	4.00	17	4.33	4.00
4	3.67	4.00	18	4.33	3.33
5	5.00	4.33	19	4.33	4.00
6	4.00	4.33	20	4.00	3.67
7	4.00	4.67	21	4.33	3.33
8	4.00	4.67	22	4.67	4.00
9	4.00	4.67	23	4.67	3.67
10	4.00	4.33	24	4.67	4.00
11	4.00	4.33	25	4.67	4.00
12	4.33	4.33	26	4.67	4.00
13	4.33	4.33	27	4.67	4.00
14	4.00	4.67			

Untuk instrumen panduan tes perbuatan, lembar penyekoran kemampuan merencanakan prosedur percobaan, lembar penyekoran laporan kegiatan laboratorium, dan lembar penyekoran hasil rancangan kegiatan laboratorium fisika berbasis inkuiri

juga memiliki *reasonableness* dan *appropriateness* yang tinggi, yaitu rata-rata lebih dari 4. Data tersebut dimuat pada Lampiran 6a.

Pada penelitian ini, setiap butir tes pilihan ganda dan tes perbuatan hanya menyediakan dua kemungkinan jawaban, yaitu benar (skor 1) atau salah (skor 0). Reliabilitas tes semacam itu dapat dihitung menggunakan rumus Kuder-Richardson (K-R), yaitu rumus K-R 21 (Ruseffendi, 2001).

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\overline{X}\left(k-\overline{X}\right)}{kV_t}\right) \qquad (3\text{-}1)$$

Keterangan r_{11} : koefisien reliabilitas instrumen

k : jumlah butir soal atau pertanyaan ($k = 2, 3, 4, \ldots$)

$\overline{X}$: skor rata-rata satu kelas

V_t : varians total, besarnya sama dengan kuadrat simpangan baku

$$V_t = s^2 = \frac{\Sigma(X-\overline{X})^2}{N} \qquad (3\text{-}2)$$

dimana s : simpangan baku

X : skor individu

N : jumlah mahasiswa.

Hasil perhitungan yang dikerjakan menggunakan program *Microsoft Excel* menunjukkan bahwa koefisien reliabilitas, baik untuk tes pilihan ganda maupun tes perbuatan, keduanya sekitar 0,63 (Lampiran 6a). Menurut Guilford (Ruseffendi, 2001) koefisien sebesar itu termasuk sedang.

Untuk instrumen evaluasi yang berbentuk lembar penyekoran dengan skor skala, uji reliabilitasnya dihitung menggunakan Rumus Alpha (Ruseffendi, 2001) seperti berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1}\right)\left(1 - \frac{\sum s_b^2}{s_t^2}\right) \qquad (3\text{-}3)$$

dimana r_{11} : koefisien reliabilitas instrumen

k : jumlah butir soal atau pertanyaan ($k = 2, 3, 4, \ldots$)

s_b^2 : varians butir

s_t^2 : varians total

Perhitungan uji reliabilitas tersebut juga dikerjakan menggunakan program *Microsoft Excel*. Lembar penyekoran kemampuan merencanakan prosedur percobaan, lembar penyekoran laporan kegiatan laboratorium, dan lembar penyekoran hasil rancangan kegiatan laboratorium inkuiri, ketiganya memiliki koefisien reliabilitas yang tinggi, yaitu masing-masing sekitar 0,92, 0,98, dan 0,97 (Lampiran 6a).

2. Ujicoba Lembar Kegiatan Mahasiswa (LKM)

LKM diujicobakan secara bertingkat, yaitu ujicoba pada individu dilanjutkan pada kelompok kecil (6 mahasiswa), sebelum digunakan di kelas. Ujicoba pada individu menghasilkan masukan terutama tentang keterbacaan LKM. Masukan ini kemudian ditindaklanjuti dengan perbaikan redaksional. Selain itu, hasil uji coba pada individu maupun kelompok kecil menunjukkan bahwa pertanyaan-pertanyaan pada LKM sudah dapat membimbing mahasiswa untuk merumuskan masalah dan mengajukan hipotesisnya, tetapi mereka belum dapat merancang sendiri prosedur percobaan untuk menguji hipotesis. Masukan tersebut kemudian ditindaklanjuti dengan memperbaiki pertanyaan-pertanyaan penuntun pada LKM sehingga menjadi lebih rinci.

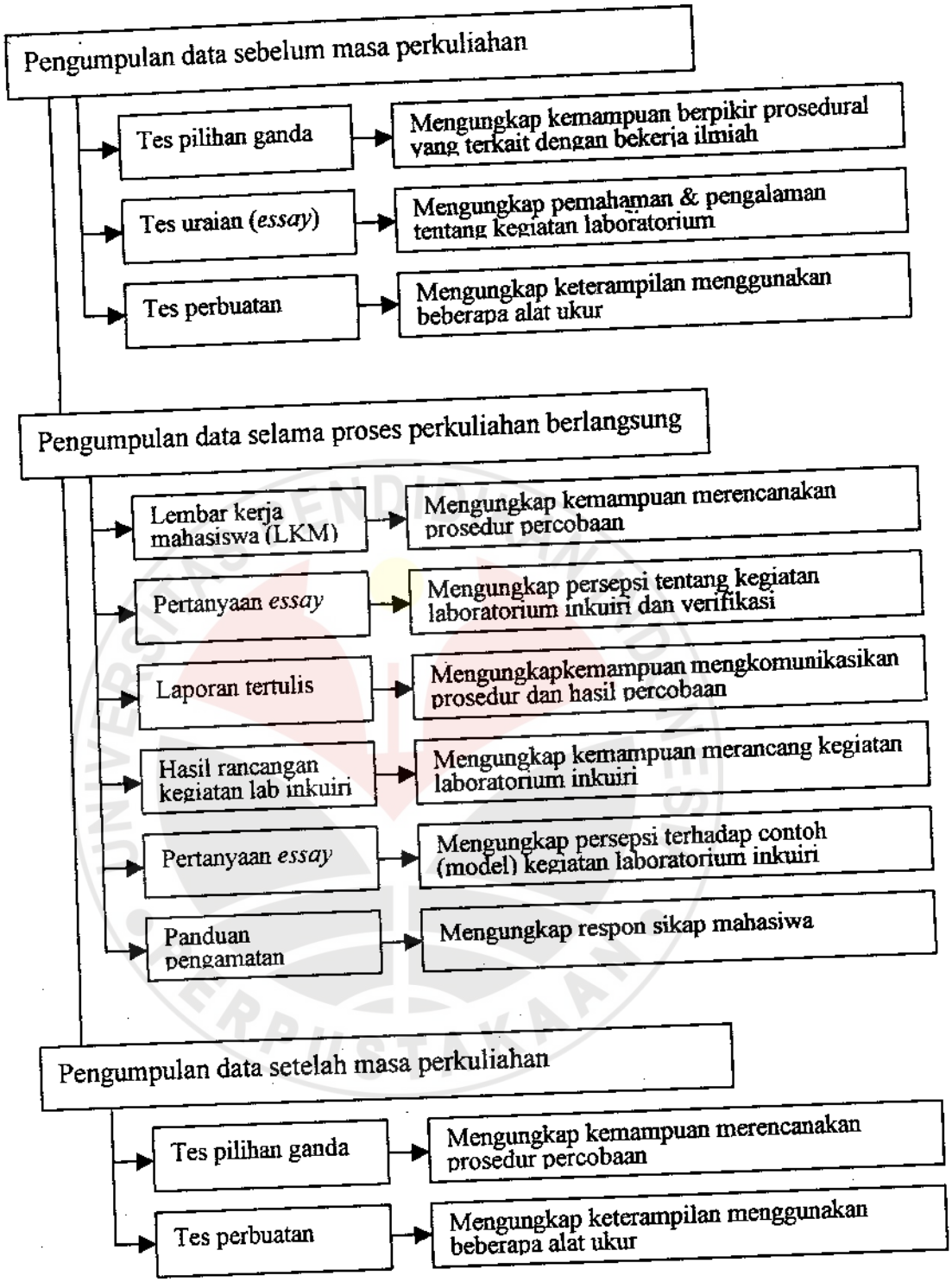
Walaupun LKM diperbaiki menjadi lebih rinci, tetapi agar tidak menutup kesempatan bagi mahasiswa yang mampu mengerjakan kegiatan laboratorium yang lebih bersifat *free inquiry*, maka akhirnya setiap LKM dibuat terdiri dari dua bagian utama. Bagian pertama cenderung *free inquiry* dan bagian kedua cenderung *guided inquiry*.

LKM bagian pertama diawali dengan kegiatan untuk menunjukkan suatu gejala fisika yang dapat membangkitkan pertanyaan. Jika tidak memungkinkan menuntut mahasiswa untuk menggali sendiri pertanyaan atau masalah, maka sebagai penggantinya, bertolak dari kegiatan awal itu dilontarkan pertanyaan yang dapat membangkitkan keinginan untuk menyelidiki jawabannya. Selanjutnya, mahasiswa dibimbing melalui pertanyaan agar memikirkan jawaban sementara (hipotesis) dari setiap pertanyaan atau masalah, merancang cara untuk menguji setiap hipotesis, dan memperkirakan hasil yang diharapkan jika rancangan itu direalisasikan.

Jika mahasiswa dapat menjawab semua pertanyaan itu, maka mereka dapat melanjutkan percobaan dengan prosedur yang telah dirancangnya sendiri. Mahasiswa yang tidak dapat menjawabnya secara lancar dianjurkan melanjutkan percobaan dengan menggunakan LKM bagian kedua. LKM bagian kedua berisi pertanyaan-pertanyaan yang lebih rinci untuk menuntun mahasiswa melaksanakan percobaan.

E. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data penelitian dilakukan sebelum, selama, dan setelah proses perkuliahan berlangsung. Gambar 3.3 menunjukkan bagan pengumpulan data tersebut.



Gambar 3.3 Teknik pengumpulan data

Penjelasan dari setiap langkah pengumpulan data yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 adalah sebagai berikut.

1. Pengumpulan Data Sebelum Masa Perkuliahan Berlangsung (Pre-test)

Kemampuan mahasiswa dalam berpikir prosedural sebelum mengikuti perkuliahan diungkap dengan tes tulis. Kemampuan itu dijabarkan dari kemampuan-kemampuan yang biasa digunakan dalam bekerja ilmiah, yaitu meliputi kemampuan mengenali dan memahami: pertanyaan divergen dan konvergen, hipotesis, percobaan terkontrol, variabel bebas, variabel kontrol, variabel tergantung, ketidakpastian hasil pengukuran, tabel dan grafik hasil pengukuran, dan kesimpulan. Semua kemampuan berpikir itu diungkap menggunakan instrumen tes pilihan ganda lima opsi yang dilengkapi dengan isian untuk penjelasan (Lampiran 2a). Jadi selain memilih salah satu opsi, mahasiswa juga harus menuliskan penjelasan singkat dari setiap pilihannya. Penjelasan mahasiswa itu hanya digunakan untuk memperkirakan apakah mereka memahami pertanyaan dan apakah pemilihan opsi yang dilakukannya berdasarkan pemikiran ataukah *trial and error*. Penskoran dilakukan dengan cara setiap nomor dengan pilihan opsi yang benar diberi skor satu, dan pilihan opsi yang salah diberi skor nol, kemudian skor keseluruhan dibuat dalam skala 0 sampai 100.

Bersamaan dengan pre-test pilihan ganda tersebut, mahasiswa juga diberi pertanyaan tertulis dengan format *essay* (lihat Tabel 4.3). Pertanyaan itu dimaksudkan untuk mengungkap pemahaman awal mahasiswa mengenai tujuan penyelenggaraan kegiatan laboratorium dan pengalamannya melakukan kegiatan laboratorium inkuiri.

Sebelum proses perkuliahan berlangsung juga dilakukan tes perbuatan (dilengkapi wawancara) untuk mengungkap keterampilan awal mahasiswa dalam melakukan pengukuran dan keterampilan lain yang terkait. Tes dilakukan secara individual (satu mahasiswa satu penguji) dengan menggunakan instrumen panduan tes perbuatan (Lampiran 2b). Dalam hal ini, peneliti mengamati kerja mahasiswa yang ditugasi untuk: mengukur massa menggunakan timbangan, mengukur panjang menggunakan jangka sorong dan mikrometer sekrup serta *spherometer*, mengukur waktu menggunakan *stopwatch*, mengukur suhu menggunakan termometer, mengukur kuat arus listrik menggunakan *amperemeter* dan mengukur tegangan listrik menggunakan *voltmeter* serta menggambarkan diagram suatu rangkaian. Selain itu, tes perbuatan juga digunakan untuk mengungkap keterampilan mahasiswa dalam menentukan sensitivitas, resolusi, dan kapasitas atau batas ukur dari alat ukur, serta memperkirakan kesalahan acak, kesalahan sistematis, keakuratan dan kepresisian pengukuran. Setiap tugas pada tes perbuatan ini mencakup beberapa aspek keterampilan yang diamati (lihat Lampiran 2b). Penyekoran untuk setiap aspek keterampilan menggunakan acuan: skor satu bila dapat dikerjakan dalam waktu sekitar dua menit, dan nol bila tidak dapat dikerjakan dalam kurun waktu itu.

2. Pengumpulan Data Selama Proses Perkuliahan Berlangsung

Pada awal perkuliahan selama dua minggu, mahasiswa melaksanakan dua contoh kegiatan laboratorium inkuiri menggunakan petunjuk LKM-1 dan LKM-2 yang masing-masing terdiri dari dua bagian utama (lihat Lampiran 3b dan 3e). Berdasarkan hasil pekerjaan terhadap bagian pertama LKM-1 dan LKM-2 dapat

diungkap kemampuan mahasiswa dalam merancang sendiri prosedur percobaan, yang meliputi: merumuskan masalah, mengajukan hipotesis, menetapkan variabel percobaan, menentukan alat dan bahan yang diperlukan untuk percobaan, menentukan langkah-langkah kerja dan cara pengumpulan data, memprediksikan gejala yang akan terjadi bila percobaan dilaksanakan. Sesuai dengan Lembar Penyekoran Kemampuan Merencanakan Prosedur Percobaan (Lampiran 3g), setiap aspek kemampuan tersebut diberi skor maksimum 10.

Bagian kedua LKM-1 dan LKM-2 merupakan petunjuk rinci pelaksanaan percobaan berbasis inkuiri (*guided inquiry*), dan diberikan kepada mahasiswa bila mereka tidak dapat mengerjakan bagian pertama LKM-1 dan LKM-2 secara lancar. Hasil pekerjakan mahasiswa sesuai dengan bagian kedua LKM tersebut dibuat secara individual dalam bentuk laporan tertulis yang dikumpulkan seminggu setelah kegiatan laboratorium yang bersangkutan dilaksanakan. Laporan itu diperiksa menggunakan lembar penyekoran laporan kegiatan laboratorium (Lampiran 3j) yang mengungkap kemampuan mahasiswa dalam mengkomunikasikan: masalah, hipotesis, prosedur percobaan, hasil yang diharapkan, data percobaan, analisis atau cara mengolah data, pembahasan, dan kesimpulan. Setiap aspek kemampuan tersebut dijabarkan menjadi beberapa butir dengan skala skor untuk setiap butir itu adalah nol sampai empat. Pengembangan butir-butir penilaian itu sebagian mengacu pada pedoman penyusunan laporan kegiatan laboratorium yang dikemukakan oleh Lawson (1995).

Sebagai bahan untuk berdiskusi, selain mengerjakan contoh kegiatan laboratorium inkuiri, mahasiswa juga mengerjakan contoh kegiatan laboratorium yang sama tetapi

dalam versi verifikasi. Setelah pelaksanaan kegiatan itu diselenggarakan diskusi untuk membahas tentang kegiatan laboratorium inkuiri dan verifikasi. Diskusi diawali dengan pemberian beberapa pertanyaan tertulis kepada mahasiswa yang dimaksudkan untuk mengungkap persepsinya terhadap contoh kegiatan laboratorium yang telah dikerjakannya. Pertanyaan-pertanyaan yang dimaksud adalah: (1) Apakah sebelum mengikuti perkuliahan ini anda pernah melakukan kegiatan laboratorium inkuiri? (2) Apakah contoh kegiatan laboratorium inkuiri dan verifikasi yang telah dikerjakan anda dapat membantu dalam memahami pengertian kedua jenis kegiatan laboratorium? (3) Menurut anda apakah keunggulan dan kelemahan kegiatan laboratorium inkuiri dan verifikasi?

Setelah mengerjakan contoh kegiatan laboratorium inkuiri, mahasiswa berlatih membuat dua rancangan kegiatan laboratorium berbasis inkuri. Setiap rancangan itu harus sudah dicoba oleh pembuatnya, dan bukti atau data hasil percobaan itu dilampirkan pada hasil rancangan yang dikumpulkan kepada dosen. Hasil rancangan itu dievaluasi menggunakan lembar penyekoran (Lampiran 4b) yang mengungkap beberapa indikator dari tujuh kemampuan seperti yang dijabarkan pada Tabel 3.1. Pencapaian setiap indikator tersebut diberi skala skor nol sampai empat.

Selanjutnya mahasiswa ditugasi untuk mengimplementasikan setiap hasil rancangannya dalam simulasi pembelajaran. Mahasiswa pembuat rancangan (berperan sebagai guru) menerapkan hasil rancangannya itu pada temannya yang berperan sebagai siswa. Mahasiswa yang berperan sebagai siswa setelah mengerjakan percobaan hasil rancangan temannya harus membuat laporan sesuai dengan tuntutan LKS yang dirancang temannya. Pada laporan itu, mereka juga menambahkan

pembahasan tentang sensitivitas dan resolusi alat ukur yang digunakan, menganalisis kesalahan random dan kesalahan sistematis, serta memberi penilaian tentang tingkat presisi dan akurasi pengukuran yang telah dilakukannya.

Setelah mahasiswa merancang dan mengimplementasikan hasil rancangan yang pertama, kepada mereka diajukan pertanyaan tertulis sebagai berikut: "Apakah contoh kegiatan laboratorium inkuiri yang telah anda lakukan dapat membantu anda dalam menyusun rancangan kegiatan laboratorium inkuiri?"

Selama masa perkuliahan juga dilakukan pengamatan terhadap sikap mahasiswa. Pengamatan itu dilakukan dengan mengacu pada panduan pengamatan (Lampiran 5b). Hasil pengamatan yang dilakukan pada setiap pertemuan ditulis dalam jurnal harian.

3. Pengumpulan Data Setelah Masa Perkuliahan Selesai (Post-test)

Setelah perkuliahan selesai, kemampuan akhir mahasiswa dalam berpikir prosedural diungkap dengan instrumen tes tulis berbentuk pilihan ganda lima opsi (Lampiran 2a), seperti yang digunakan pada pre-test. Tes akhir perbuatan menggunakan instrumen pada Lampiran 2b juga diselenggarakan untuk mengungkap kemampuan mahasiswa dalam menggunakan alat-alat ukur seperti yang diujikan pada pre-test.

F. Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini diperoleh beberapa jenis data, yaitu data yang diperoleh dari *pre* dan *post test*, serta data yang diperoleh selama proses perkulihan berlangsung. Semua data yang terkumpul dianalisis sesuai dengan karakteristiknya dengan teknik seperti berikut.

1. Analisis Data Awal dan Akhir

Skor awal (*pre*) dan akhir (*post*), baik yang diperoleh melalui tes tertulis dan tes perbuatan maupun dari hasil evaluasi terhadap pekerjaan mahasiswa pada lembar kerja mahasiswa (LKM) dan rancangan kegiatan laboratorium selama proses perkulihan berlangsung, masing-masing dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Perhitungan statistik deskriptif dilakukan untuk menentukan ukuran gejala pusat (*central tendency*) dan variabilitas data yang meliputi skor rata-rata individu beserta skor rata-rata kelas ($\overline{X}$) dan simpangan bakunya (s). Simpangan baku adalah akar dari varians total, sehingga untuk menghitungnya dapat digunakan persamaan (3.2).

Karena ukuran *central tendency* dan variabilitas tersebut berkaitan dengan data yang terdistribusi normal, maka sebelum dilakukan perhitungan terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data menggunakan statistik *chi-square* (χ^2) dengan rumus

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{k} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \qquad (3\text{-}5)$$

Keterangan O_i : frekuensi pengamatan, yaitu frekuensi dalam tiap kelas interval

E_i : frekuensi teoretik atau frekuensi yang diharapkan, yaitu hasil kali N dengan luas tiap kelas interval

k : jumlah kelas interval

Untuk menentukan kriteria pengujian digunakan distribusi *chi kuadrat* dengan dk (k-3) dan taraf signifikansi $\alpha = 0{,}05$ (Sudjana, 1996). Jika $\chi^2 \leq \chi^2_{(1-\alpha)(k-3)}$ maka distribusi normal. Uji normalitas data dikerjakan menggunakan program *SPSS 10.0 for Windows*.

Peningkatan skor rata-rata pre- dan post-test dihitung menggunakan rumus *gain* rata-rata ternomalisasi, yaitu perbandingan *gain* rata-rata aktual dengan *gain* rata-rata maksimum. Gain rata-rata aktual adalah selisih skor rata-rata post test terhadap skor rata-rata pre test. Rumus *gain* ternormalisasi tersebut, yang sering juga disebut faktor-g atau faktor Hake (Savinainen & Scott, 2002), adalah sebagai berikut.

$$\langle g \rangle = \frac{\langle S_{post} \rangle - \langle S_{pre} \rangle}{100\% - \langle S_{pre} \rangle} \qquad (3\text{-}4)$$

Simbol $<S_{pre}>$ dan $<S_{post}>$ masing-masing menyatakan skor rata-rata *pre-* dan *post-test* setiap individu yang dinyatakan dalam persen. Besarnya faktor-*g* dikategorikan sebagai berikut.

Tinggi :	$g > 0{,}7$	atau dinyatakan dalam persen	$g > 70$
Sedang :	$0{,}3 < g < 0{,}7$	atau dinyatakan dalam persen	$30 < g < 70$
Rendah :	$g < 0{,}3$	atau dinyatakan dalam persen	$g < 30$

Keberartian (signifikansi) dari gain aktual ditentukan melalui uji-*t* untuk sampel berpasangan (*paired-samples t-test*) dengan menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0{,}01$, dengan kriteria bila α_{hitung} kurang dari 0,01 maka peningkatan tersebut signifikan dan sebaliknya bila α_{hitung} lebih dari 0,01 maka peningkatan tersebut tidak signifikan. Analisis tersebut dikerjakan menggunakan program *SPSS 10.0 for Windows.*

2. Analisis Data Non Tes yang Diperoleh Selama Proses Perkuliahan

Data non tes yang diperoleh selama proses perkuliahan meliputi data hasil pengamatan harian dan data jawaban dari pertanyaan *essay* yang diberikan kepada subyek penelitian. Masing-masing data tersebut diidentifikasi dan diklasifikasikan

berdasarkan kesamaannya. Jumlah data pada setiap klasifikasi dinyatakan dalam persen terhadap jumlah keseluruhan subyek penelitian, kemudian hasilnya disajikan dalam bentuk tabel atau narasi.

Selanjutnya semua data yang terkumpul, baik data tes maupun non tes, dimuat dalam satu tabel yang dapat menggambarkan profil kemampuan dari setiap individu sejak sebelum (pre), selama, dan setelah (post) perkuliahan. Penyusunan data pada tabel tersebut didasarkan pada hasil pre test kemampuan berpikir prosedural yang diurutkan dari skor terendah ke skor tertinggi, atau didasarkan pada hasil pre test kemampuan mengukur (menggunakan alat ukur) yang juga diurutkan dari skor terendah ke skor tertinggi. Data kuantitatif pada profil tersebut dianalisis menggunakan uji-t (dengan taraf signifikansi $\alpha = 0{,}01$) untuk menentukan perbedaan kemampuan antara kelompok mahasiswa berkemampuan awal rendah dan kelompok mahasiswa berkemampuan awal tinggi. Bila diperoleh α_{hitung} lebih dari 0,01 maka kedua kelompok tersebut tidak berbeda secara signifikan, dan sebaliknya bila. α_{hitung} kurang dari 0,01 maka kedua kelompok tersebut berbeda secara signifikan.