

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode dan Bagan Penelitian

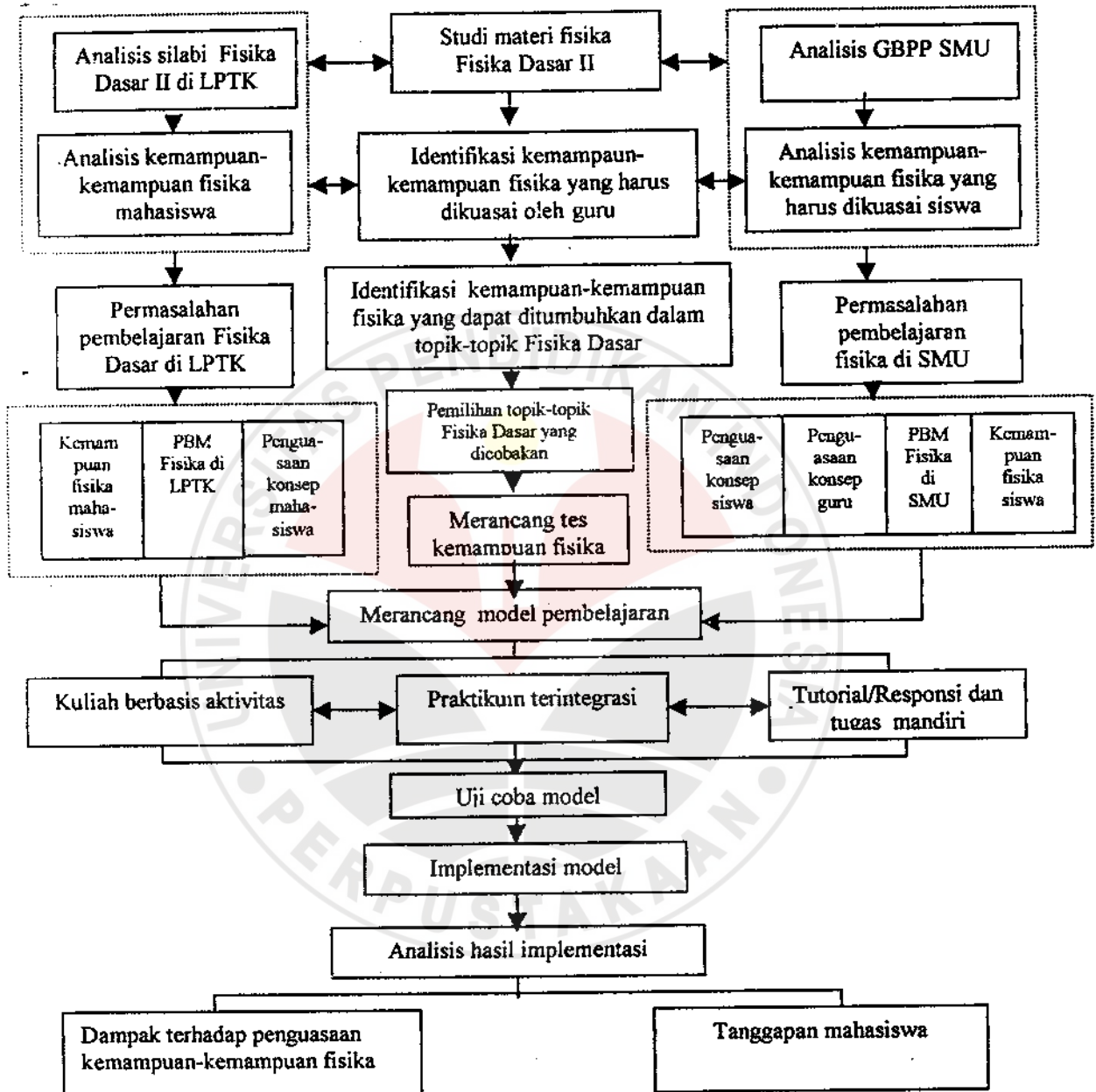
1. Metode Penelitian

Penelitian ini termasuk jenis Penelitian dan Pengembangan Pendidikan (*Educational Research and Development*) yang disingkat dengan R&D. Menurut Borg & Gall (1983) *Educational Research and Development* adalah suatu proses yang digunakan untuk mengembangkan dan memvalidasi produk-produk pendidikan. Produk pendidikan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah sebuah model pembelajaran untuk meningkatkan penguasaan calon guru akan bahan yang diajarkan.

2. Bagan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari sejumlah kegiatan antara lain: analisis silabi Fisika Dasar II, studi materi Fisika Dasar II, analisis GBPP fisika SMU, identifikasi kemampuan fisika mahasiswa, identifikasi kemampuan fisika yang harus dikuasai guru, identifikasi kemampuan fisika siswa, analisis permasalahan pembelajaran Fisika Dasar di LPTK, identifikasi kemampuan fisika dari topik fisika dasar, analisis permasalahan pembelajaran fisika SMU, pemilihan topik yang dicobakan, merancang tes kemampuan fisika, merancang model pembelajaran, uji coba model,

implementasi model, dan analisis hasil implementasi. Kegiatan-kegiatan ini satu sama lain saling terkait seperti pada bagan penelitian Gambar 3.1.



Gambar: 3.1. Bagan Penelitian

B. Lokasi dan Subjek Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada jurusan Fisika Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia di Bandung.

2. Subjek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa calon guru semester II jurusan Pendidikan Fisika yang sedang mengikuti mata kuliah Fisika Dasar II. Mahasiswa ini terdiri dari dua kelas yaitu kelas A dan kelas B. Kedua kelas itu kemudian diundi untuk menetapkan kelas penelitian dan kelas reguler. Berdasarkan hasil undian terpilih kelas B sebagai kelas penelitian dan kelas A sebagai kelas reguler. Jumlah mahasiswa kelas penelitian adalah 30 orang terdiri dari 13 pria dan 17 wanita. Sedangkan jumlah mahasiswa kelas reguler adalah 31 orang yang terdiri dari 11 orang pria dan 20 orang wanita.

C. Prosedur/Langkah-Langkah Penelitian

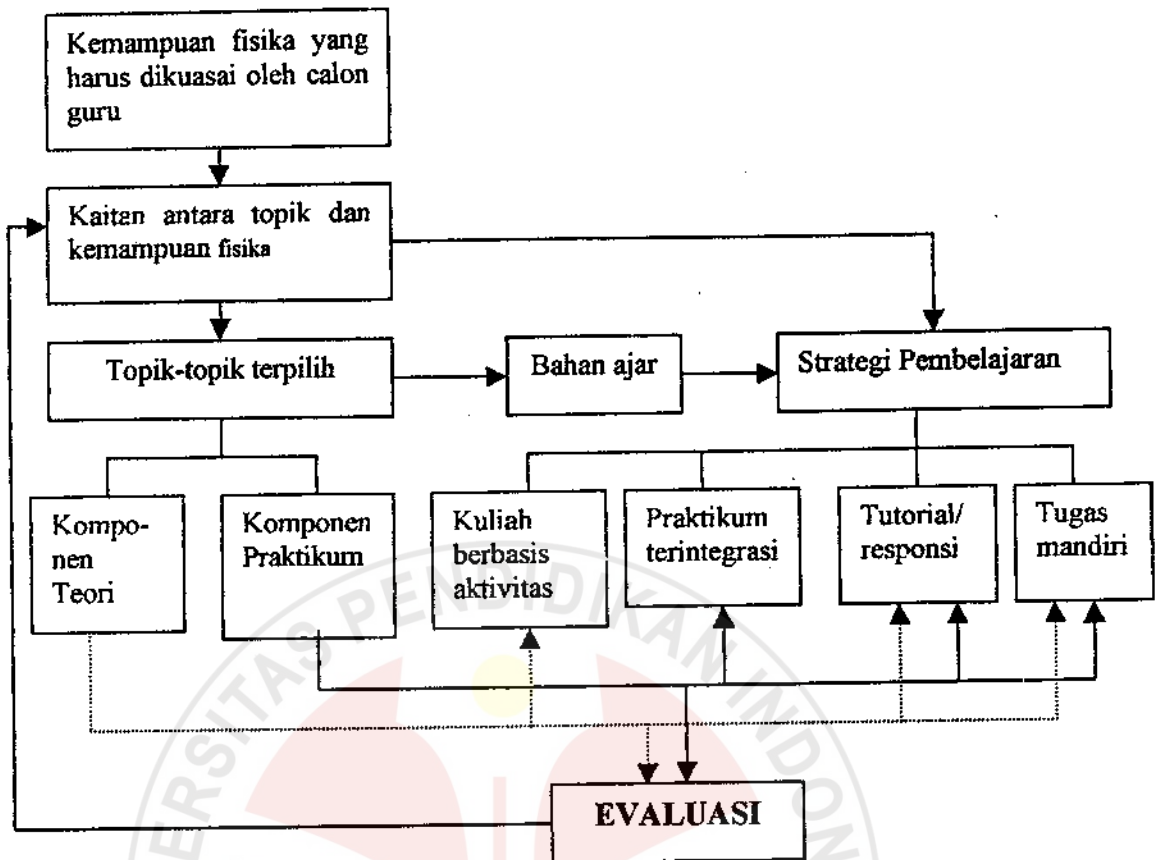
Mengingat penelitian ini adalah R&D, maka langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini mengikuti langkah-langkah R&D. Borg dan Gall (1983) memberikan contoh 10 langkah penelitian dan pengembangan untuk pengembangan kuliah. Tetapi dalam penelitian ini langkah-langkah tersebut disederhanakan menjadi empat langkah sebagai berikut.

Tahap I. Studi Pendahuluan dan Studi Literatur

Ada beberapa kegiatan yang dilakukan pada studi pendahuluan dan studi literatur ini antara lain: menganalisis silabi fisika dasar II; studi konten fisika dasar II, menganalisis GBPP mata pelajaran fisika kurikulum SMU; mengidentifikasi kemampuan-kemampuan fisika yang harus dikuasai siswa; mengidentifikasi kemampuan-kemampuan fisika yang harus dikuasai guru; mengidentifikasi permasalahan pembelajaran fisika di SMU, dan mengidentifikasi permasalahan pembelajaran fisika di LPTK. Hasil studi pendahuluan ini digunakan untuk melengkapi latar belakang penelitian, kajian pustaka, dan sebagai dasar perancangan model perkuliahan Fisika Dasar bagi calon guru dan merancang model evaluasinya.

Tahap II. Perancangan Model Perkuliahan

Bertolak dari hakikat tugas guru dan peran guru di sekolah; kemampuan-kemampuan fisika yang harus dikuasai calon guru; hakikat pembelajaran fisika bagi calon guru; dan karakteristik materi subjek Fisika Dasar, dapat dirancang sebuah model pembelajaran untuk meningkatkan penguasaan mahasiswa akan materi Fisika Dasar II. Model ini mencakup komponen-komponen seperti: kemampuan-kemampuan fisika yang harus dikuasai guru; kaitan topik-topik fisika dasar dengan kemampuan-kemampuan fisika; topik-topik terpilih; bahan ajar; strategi pembelajaran (kuliah, praktikum, tutorial, dan tugas mandiri); dan model evaluasi. Kaitan komponen-komponen model pembelajaran itu secara sederhana dinyatakan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2. Kaitan antar Komponen-Komponen Model Pembelajaran

Topik-topik terpilih yang dicobakan dalam penelitian

Bertolak dari karakteristik topik/topik Fisika Dasar II, hasil wawancara dengan mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Fisika Dasar II, dan kemampuan-kemampuan fisika yang teridentifikasi, maka dalam penelitian ini dipilih topik Elektrostatika dan Arus Searah sebagai pilot studi.

Subtopik-subtopik dari Elektrostatika dan Arus Searah yang dipilih sebagai topik penelitian ini, kemudian dikelompokkan ke dalam komponen teori yakni subtopik-subtopik yang dapat diajarkan dengan metode kuliah tanpa praktikum dan

komponen praktikum yaitu subtopik-subtopik yang dapat diajarkan dengan praktikum seperti Tabel 3.1

Tabel 3.1. Pengelompokan Subtopik Elektrostatika dan Arus Searah yang Disajikan Dengan Kuliah Tanpa Praktikum dan Praktikum

Topik (1)	Subtopik yang diajarkan tanpa praktikum (2)	Subtopik yang diajarkan dengan praktikum (3)
1. Elektrostatika	Hukum Coulomb Kuantisasi muatan Muatan dan materi Kekekakalan muatan Medan listrik Medan listrik oleh distribusi muatan kontinu Garis gaya. Hukum Gauss Medan dan muatan dalam Konduktor Potensial listrik (potensial listrik oleh sekeklompok muatan, potensial listrik oleh distribusi muatan kontinu). Rapat muatan Permukaan ekipotensial Gradien potensial. Kapasitor dan dielektrik	Muatan dan gaya elektrostatika Fluks medan listrik

Tabel 3.1. Pengelompokan Subtopik Elektrostatika dan Arus Searah yang Disajikan Dengan Kuliah Tanpa Praktikum dan Praktikum

(1)	(2)	(3)
2. Arus Searah	Kecepatan hanyut dan rapat arus. Resistivitas dan konduktivitas Resistivitas dan temperatur Gaya gerak listrik (GGL) Energi dalam rangkaian listrik Menerapkan hukum Kirchhoff Rangkaian RC	Arus listrik Beda potensial Hambatan listrik Hukum Ohm Hambatan internal Rangkaian arus searah Hukum Kirchhoff

Bahan Ajar

Bahan ajar untuk topik Elektrostatika dan Arus Searah disusun dalam bentuk modul yang berbasis aktivitas mahasiswa. Modul ini dimodifikasi dari buku *Workshop Physics Activity Guide* (Laws, 1997) dan *Physics by Inquiry* (McDermott, 1996). Tingkat keluasan dan kedalaman materinya diadaptasi dari *Fundamental of Physics* (Halliday et al, 2000), *The Feynman Lecture on Physics* (Feynman et al, 1970), *Introduction to Physics for Scientists and Engineers* (Bueche, 1986), dan *University Physics* (Young & Freedman, 1996). Tiap modul berisikan uraian teori, kegiatan mahasiswa, kegiatan praktikum, dan tugas-tugas latihan. Uraian teori disajikan untuk sub-subtopik yang dapat diajarkan secara ceramah. Sedangkan subtopik-subtopik yang praktikumnya bisa dilakukan dan peralatan tersedia disajikan



peralatan tersedia disajikan dalam bentuk kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum yang dikembangkan adalah model induktif, di mana konsep-konsep dan prinsip-prinsip ditemukan melalui pengalaman langsung. Tugas-tugas latihan dibuat dalam bentuk soal yang harus dikerjakan mahasiswa di kelas maupun di rumah baik secara kelompok maupun individu. Soal-soal ini diadaptasi dari buku *Homework and Test Questions for Introductory Physics Teaching* (Arons, 1994)

Penggunaan modul berbasis aktivitas ini adalah untuk membantu mahasiswa memahami dasar-dasar pengetahuan dalam fisika sebagai sesuatu yang saling pengaruh mempengaruhi antara observasi, eksperimen, definisi, deskripsi matematik, dan konstruksi teori. Modul pembelajaran ini lebih menekankan pada proses penelitian ilmiah dengan beberapa alasan. *Pertama*, kebanyakan mahasiswa yang mengambil kuliah Fisika Dasar pada waktu belajar fisika di sekolahnya tidak mempunyai pengalaman konkret yang cukup dengan fenomena-fenomena untuk memahami teori dan penurunan matematik yang disajikan dalam proses belajar mengajar. *Kedua*, kebanyakan kuliah-kuliah Fisika Dasar belakangan ini cenderung meliputi materi yang luas dan padat, di mana pembelajaran menggunakan metode tradisional yang mengakibatkan mahasiswa cenderung hanya menghafal fakta-fakta, konsep, dan teori. *Ketiga*, sebagai calon guru mahasiswa perlu mendapatkan pengalaman langsung dalam melakukan penelitian-penelitian ilmiah (inkuiri) agar dapat membimbing siswanya secara optimal kelak dikemudian hari.

Lembar kegiatan mahasiswa dikembangkan untuk membimbing mahasiswa dalam melatih kemampuan-kemampuan fisika yang dapat diidentifikasi dalam

topik Elektrostatika dan Arus Searah. Kemampuan-kemampuan itu antara lain: menggambarkan pengetahuan fisika secara efektif, menginterpretasikan konsep, prinsip dan representasi ilmiah, inferensi logika, membangun model matematik dan representasi ilmiah lainnya suatu peristiwa fisika, menerapkan konsep atau prinsip, dan mengidentifikasi miskonsepsi. Lembar kerja mahasiswa ini dikerjakan melalui diskusi kelompok. Ada beberapa lembar kegiatan mahasiswa (LKM) yang dikembangkan dalam modul ini yaitu:

Topik Elektrostatika

1. LKM 1.1:1 Mengeksplorasi Gaya Elektrostatika
2. LKM 1.2:1 Membangun Konsep Medan Listrik dengan kegiatan-kegiatan:
 - Kegiatan 1: Membangun definisi operasional Medan Listrik
 - Kegiatan 2: Mendeskripsikan Kuat Medan Listrik oleh muatan titik
 - Kegiatan 3: Mengidentifikasi Medan Listrik pada suatu titik oleh batang bermuatan positif atau negatif.
 - Kegiatan 4: Latihan menentukan vektor Medan Listrik dari dua atau lebih muatan titik
 - Kegiatan 5: Membangun model matematik Kuat Medan Listrik oleh distribusi muatan kontinu
 - Kegiatan 6: Mendeskripsikan Garis Gaya Listrik
 - Kegiatan 7: Menginterpretasikan Garis Gaya Listrik
3. LKM 1.3:1. Latihan mendeskripsikan Fluks Medan Listrik

4. LKM1.3:2. Mengekplorasi Hukum Gauss

Kegiatan 1: Membuktikan bahwa Fluks Medan Listrik dari muatan q yang dilingkupi permukaan tidak bergantung pada besarnya volume permukaan tertutup itu.

Kegiatan 2: Membuktikan bahwa Hukum Gauss berlaku untuk sembarang permukaan.

Kegiatan 3: Latihan menerapkan Hukum Gauss pada berbagai persoalan.

Kegiatan 4: Menggunakan Hukum Gauss untuk menyatakan medan Listrik pada permukaan konduktor dengan rapat muatan ρ .

5. LKM 1.4:1. Latihan mendeskripsikan Beda Potensial dan Potensial Absolut

Kegiatan 1: Beda Potensial oleh beberapa titik muatan

Kegiatan 2: Beda Potensial oleh distribusi muatan kontinu.

6. LKM 1.4:2: Permukaan Ekipotensial

Kegiatan 1: Menggambarkan Garis Gaya listrik dari suatu Permukaan Ekipotensial.

7. LKM 1.5:1: Menghitung kapasitansi Kapsitor dari berbagai konfigurasi

Kegiatan 1: Membangun formulasi matematik kapasitansi Kapsitor Keping Sejajar

Kegiatan 2: Membangun formula matematik Kapasitansi Kapsitor Silinder

Kegiatan 3: Membangun formulasi matematik kapasitansi Kapasitor Bola.

Kegiatan 4: Membangun formulasi matematik kapasitansi Kapasitor Bola Terisolasi.

8. LKM 1.5:2: Menghitung kapasitansi ekivalen susunan kapasitor.
9. LKM 1.5:3: Menghitung energi yang tersimpan dalam kapasitor.

Topik Arus Searah

1. LKM 2.1:1: Menginterpretasikan konsep Arus Listrik dan Rapat Arus.
Kegiatan 1: Menginterpretasikan konsep Aru Listrik
Kegiatan 2: Menginterpretasikan Konsep Rapat Arus
2. LKM 2.5.3:1 Membangun model matematik peristiwa pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor.

Kegiatan praktikum disusun dengan model induktif terbimbing. Kegiatan praktikum lebih ditekankan untuk membangun dan mengembangkan konsep-konsep/prinsip-prinsip penting. Dengan praktikum ini diharapkan mahasiswa menemukan sendiri konsep-konsep/prinsip-prinsip penting mengenai Elektrostatika dan Arus Searah melalui pengalaman langsung. Kegiatan praktikum dirancang melatih kemampuan meramalkan, pengamatan kualitatif, pengamatan kuantitatif, menjelaskan, menurunkan persamaan, permodelan matematik, eksperimen kuantitatif, dan pemecahan masalah. Ada beberapa percobaan yang dikembangkan dalam kegiatan praktikum ini antara lain.

Topik Elektrostatika

1. Percobaan 1.1:1 (P1.1:1): Mengeksplorasi Muatan Listrik
2. Percobaan 1.1:2 (P1.1:2): Mengeksplorasi Gaya Elektrostatika
3. Percobaan 1.3:1: Mengeksplorasi Fluks Medan Listrik sebagai Fungsi sudut permukaan.

Topik Arus Searah

1. Percobaan 2.1:1 (P2.1:1): Eksplorasi Konsep Arus Listrik
2. Percobaan 2.1:2 (P2.1:2): Pengukuran Arus Listrik
3. Percobaan 2.1:3 (P2.1:3) Pengukuran Beda Potensial
4. Percobaan 2.2:1 (P2.2:1): Mengeksplorasi Hambatan Listrik
5. Percobaan 2.2:2 (P2.2:2): Hambatan Listrik dan hukum Ohm
6. Percobaan 2.3 (P2.3) : Baterai Riil
7. Percobaan 2.4:1 (P2.4:1): Hambatan Ekuivalen
8. Percobaan 2.4:2 (P2.4:2): Hukum Kirchoff I
9. Percobaan 2.4:3 (P2.4:3): Hukum Kirchoff II
10. Demonstrasi 2.5. Pengisian dan Pengosongan Kapasitor.

Latihan-latihan mandiri dikembangkan untuk mendorong mahasiswa memperdalam pemahaman mereka terhadap konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika, kemampuan-kemampuan fisika yang dilatihkan di kelas, dan menerapkan konsep-konsep dan prinsip-prinsip. Dengan latihan ini diharapkan mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan-kemampuan fisika yang mereka pelajari pada topik-topik lain dalam fisika dasar.

Strategi Pembelajaran

Model pembelajaran yang dicobakan dalam penelitian ini adalah model pembelajaran Fisika Dasar yang bertolak dari kemampuan-kemampuan fisika. Setiap kegiatan pembelajaran diarahkan untuk melatih mahasiswa mengembangkan kemampuan-kemampuan fisika. Penjabaran model perkuliahan dapat dilihat pada Lampiran 1. Mengingat materi perkuliahan terdiri dari komponen teori dan praktikum, maka kiat-kiat pembelajaran yang diterapkan dalam penelitian ini adalah: kuliah berbasis aktivitas, praktikum induktif terintegrasi, tutorial/responsi, dan pemberian tugas-tugas mandiri.

a. Kuliah Berbasis Aktivitas

Subtopik-subtopik yang bersifat teori diajarkan dengan kiat kuliah berbasis aktivitas mahasiswa. Dalam kegiatan ini pengembangan konsep-konsep, prinsip-prinsip, serta representasi formal, dan kemampuan-kemampuan fisika dilakukan melalui pengerjaan kegiatan-kegiatan, tugas-tugas latihan, dan tugas-tugas pemecahan masalah yang dituntun dengan lembar kegiatan mahasiswa (LKM). Metode perkuliahan yang diterapkan dalam perkuliahan ini merupakan integrasi dari berbagai metode yakni: ceramah interaktif, diskusi kelompok, dan penugasan. Ceramah interaktif digunakan untuk memberikan orientasi, sedangkan diskusi kelompok dilakukan oleh mahasiswa dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam LKM untuk membangun konsep, prinsip, hukum, dan representasi ilmiah. Tanya jawab digunakan untuk menggali pengetahuan awal mahasiswa, mengidentifikasi miskonsepsinya, dan memberi umpan balik. Pemberian tugas-tugas dan latihan-

latihan dimaksudkan untuk melatih mahasiswa menerapkan konsep-konsep, prinsip-prinsip dan representasi ilmiah yang telah dikembangkan.

Dalam kegiatan ini pembelajaran lebih berpusat pada mahasiswa. Peranan dosen dalam perkuliahan ini adalah sebagai pembimbing dan pemberi informasi seperlunya. Bimbingan diberikan pada saat mahasiswa mengerjakan tugas-tugas. Informasi diberikan pada saat orientasi, penjelasan kemampuan-kemampuan yang harus dikuasai calon guru, dan penyampaian pengetahuan yang bersifat faktual.

Perkuliahan yang berpusat pada kegiatan mahasiswa ini mempunyai ciri-ciri sebagai berikut (1) adanya aktivitas belajar secara kolaboratif; (2) adanya aktivitas belajar secara individu; (3) adanya latihan terbimbing dari dosen berupa tutorial/responsi dalam memecahkan masalah; (4) bahan ajar dapat mengembangkan penalaran; (5) bahan ajar disusun dalam bentuk kegiatan mahasiswa; (6) dosen sebagai motivator dan fasilitator.

Adapun langkah-langkah pembelajaran kuliah berbasis aktivitas pada dasarnya terdiri dari tiga kegiatan yaitu kegiatan pendahuluan, kegiatan utama, dan kegiatan penutup. Di bawah ini adalah uraian singkat ketiga kegiatan tersebut.

Kegiatan Pendahuluan. Tujuan dari tahap pendahuluan ini adalah menjelaskan kedudukan isi materi yang akan dibahas. Hal ini dapat dilakukan dengan beberapa kegiatan sebagai berikut.

- 1) Memaparkan tujuan-tujuan pembelajaran. Tujuan-tujuan pembelajaran ini berisikan rumusan kemampuan-kemampuan fisika yang teridentifikasi

dari topik yang akan diajarkan. Dosen memberikan penjelasan mengenai apa yang ingin dicapai pada pembelajaran suatu topik.

- 2) Menempatkan isi bahan kuliah dalam kerangka yang lebih luas sehingga tampak relevansinya dengan masalah-masalah sehari-hari, teknologi, dan industri, serta pengajaran fisika di sekolah menengah.
- 3) Tanya jawab tentang kuliah-kuliah terdahulu yang diperlukan sebagai penunjang topik yang akan dibahas.
- 4) Menyampaikan pokok-pokok materi yang akan dipelajari oleh mahasiswa sehingga mahasiswa mendapatkan gambaran secara menyeluruh isi topik yang akan dipelajari.

Kegiatan Utama. Terdapat beberapa langkah pembelajaran pada kegiatan utama ini.

- 1) Melakukan seleksi terhadap bahan pelajaran. Seleksi ini dilakukan untuk memilah konsep-konsep dan prinsip-prinsip yang harus dijelaskan dan yang dapat dipelajari sendiri oleh mahasiswa.
- 2) Menentukan urutan pembahasan konsep-konsep atau prinsip-prinsip utama dari suatu topik.
- 3) Membahas konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan ide-ide utama disertai dengan contoh-contoh.
- 4) Memberi kesempatan pada mahasiswa untuk membangun dan mengembangkan konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan hukum-hukum melalui diskusi kelompok dalam bentuk kegiatan mengerjakan Lembar

Kerja Mahasiswa (LKM). Pada kegiatan ini mahasiswa juga berlatih mengembangkan kemampuan-kemampuan fisika yang teridentifikasi dari topik-topik yang dipelajari.

- 5) Memberikan kesempatan pada mahasiswa untuk mengkomunikasikan hasil pekerjaannya. Untuk ini kelompok penyaji diambil secara sampling. Kelompok lain diberi kesempatan untuk menanggapi hasil kerja kelompok penyaji. Untuk mendorong partisipasi mahasiswa, dosen melakukan penilaian aktivitas mahasiswa.
- 6) Menanggapi pertanyaan-pertanyaan mahasiswa yang langsung ditujukan kepada dosen maupun yang ditujukan kepada penyaji tetapi tidak dapat dijawab oleh kelompok penyaji atau jawabannya tidak sempurna.

Kegiatan Penutup. Setiap pertemuan perkuliahan selalu disertai dengan penutup yang mencakup beberapa kegiatan.

- 1) Bersama-sama mahasiswa merangkum isi kuliah.
- 2) Mengaitkan kembali dengan tujuan-tujuan pembelajaran sehingga mahasiswa dapat memeriksa apakah mereka telah berhasil menguasai kemampuan-kemampuan fisika yang teridentifikasi dari konsep-konsep, dan prinsip-prinsip yang dibahas saat itu.
- 3) Menerangkan hubungan konsep-konsep, dan prinsip-prinsip yang telah dipelajari dengan kuliah-kuliah berikutnya.
- 4) Memberi petunjuk persiapan-persiapan yang harus dilakukan untuk kuliah-kuliah berikutnya.

b. Praktikum Terintegrasi

Kegiatan pembelajaran dengan praktikum terintegrasi ini terdiri dari empat tahap yaitu pra-laboratorium, pelaksanaan percobaan, presentasi dan diskusi hasil percobaan, menarik kesimpulan/rangkuman. Berikut ini ini adalah uraian singkat masing-masing tahap kegiatan tersebut.

Tahap Pra-Laboratorium. Tahap pra-laboratorium ini mencakup kegiatan-kegiatan seperti berikut.

- 1) Menjelaskan tujuan-tujuan pembelajaran.
- 2) Mengingatkan mahasiswa terhadap konsep-konsep yang telah dipelajari sebelumnya dalam kaitannya dengan konsep-konsep dan prinsip-prinsip, hukum-hukum yang akan dibangun lewat praktikum di laboratorium.
- 3) Menjelaskan karakteristik beberapa alat ukur yang penting.

Tahap Pelaksanaan Percobaan. Setelah pemberian orientasi dilakukan oleh dosen, mahasiswa diberikan kesempatan untuk melakukan percobaan sesuai dengan petunjuk percobaan yang telah disediakan. Mahasiswa melakukan percobaan secara kelompok. Tiap kelompok mengerjakan percobaan yang sama. Laporan percobaan dibuat saat itu juga.

Presentasi dan Diskusi Hasil Percobaan. Setelah mahasiswa melakukan percobaan, beberapa kelompok diberi kesempatan untuk menyampaikan hasil percobaannya beserta konsep, prinsip, atau hukum yang berhasil dirumuskan dihadapan kelompok yang lain. Kelompok lain diberi kesempatan untuk menyampaikan tanggapannya dan membandingkan hasil-hasil yang diperolehnya.

Kegiatan diskusi ini dimaksudkan untuk melatih mahasiswa berkomunikasi secara lisan. Kemampuan mahasiswa berkomunikasi secara lisan ini dinilai oleh dosen.

Menarik Kesimpulan/ Perumusan Temuan-Temuan. Setelah melalui diskusi kelompok, dosen membantu mahasiswa untuk membuat kesimpulan hasil percobaan berupa prinsip-prinsip, atau hukum-hukum, secara bersama-sama. Di samping itu dibahas pula kekeliruan-kekeliruan yang dialami oleh kelompok tertentu dalam melakukan pengamatan, pencatatan data, interpretasi data, sampai pada penarikan kesimpulan. Dengan cara ini mahasiswa tidak hanya menerima hasil yang benar tetapi juga mengkaji kesalahan-kesalahan untuk kemudian dapat disempurnakan pada kegiatan berikutnya.

c. Tutorial dan Responsi

Dalam kegiatan ini mahasiswa diberi kesempatan untuk menerapkan konsep-konsep, prinsip-prinsip dan hukum-hukum yang diperoleh dalam kuliah maupun praktikum. Mahasiswa juga diberi kesempatan berlatih mengembangkan kemampuan-kemampuan fisika seperti membuat model matematik, memerikan pengetahuan fisika, membuat inferensi, dan memecahkan masalah. Dosen menyediakan berbagai tipe persoalan dari yang sederhana sampai kepada yang kompleks. Mahasiswa bekerja secara kelompok dan juga individu. Jelaslah pada kegiatan ini mahasiswa dilatih untuk belajar secara kolaboratif. Kegiatan tutorial dan responsi ini dilaksanakan setelah kuliah dan praktikum.

d. Tugas-Tugas Mandiri

Untuk lebih memantapkan penguasaan konsep-konsep, prinsip-prinsip, dan kemampuan-kemampuan fisika, yang telah diperoleh dalam kuliah, praktikum, dan tutorial, mahasiswa diberikan tugas-tugas mandiri yang diharapkan dikerjakan secara individual. Soal-soal latihan dikembangkan dari soal-soal tutorial. Penilaian tugas-tugas mandiri dilakukan secara individu.

Evaluasi Proses dan Hasil Belajar

Evaluasi pembelajaran meliputi evaluasi proses dan hasil belajar. Evaluasi proses dilakukan dengan pengamatan dan rekaman kejadian-kejadian dalam kegiatan kuliah, praktikum, dan tutorial/respons. Hasil pengamatan dan rekaman itu kemudian dinarasikan. Evaluasi hasil belajar meliputi: pengukuran pencapaian kemampuan-kemampuan fisika yang dapat ditumbuhkan dari topik elektrostatika dan arus searah, tugas-tugas mandiri, laporan kegiatan laboratorium (praktikum), dan kemampuan berkomunikasi secara lisan. Kemampuan fisika itu meliputi kemampuan-kemampuan penalaran dan penguasaan konsep-konsep dan prinsip-prinsip serta penerapannya. Kegiatan evaluasi dilakukan dalam bentuk observasi dan perekaman, tes kecil, dan tes hasil belajar.

Tahap III: Uji Coba Model Pembelajaran

Tahap ini terdiri dari kegiatan-kegiatan: uji coba rancangan model pembelajaran dan instrumen penelitian, analisis hasil uji coba, dan perbaikan rancangan pembelajaran.

1. Uji Coba Model Pembelajaran

Uji coba pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini dilakukan di Program TPB IKIP Negeri Singaraja, pada semester ganjil 2001/2002. Mahasiswa yang dilibatkan dalam uji coba adalah mahasiswa semester I jurusan pendidikan Fisika FPMIPA IKIP Negeri Singaraja. Jumlah mahasiswa yang dilibatkan dalam uji coba adalah 25 orang, yang terdiri dari 12 orang laki-laki dan 13 orang perempuan. Uji coba dilaksanakan pada bulan Nopember s/d Desember 2001. Pelaksanaan pembelajaran disesuaikan dengan kredit mata kuliah fisika dasar yakni 2 kali pertemuan dalam satu minggu masing-masing pertemuan 3 jam teori dan 2 jam praktikum. Kegiatan pembelajaran terdiri dari kuliah berbasis aktivitas, praktikum terintegrasi, tutorial/responsi, dan tugas-tugas mandiri. Dalam uji coba ini digunakan instrumen berupa SAP, bahan ajar, dan tes kemampuan fisika.

2. Analisis Hasil Uji Coba

Pada akhir pembelajaran topik Elektrostatika dan Arus Searah, mahasiswa diberikan tes untuk mengukur penguasaan konsep-konsep/prinsip-prinsip serta penerapannya, dan kemampuan berpikir dan penalaran fisika yang dapat

ditumbuhkan dari kedua topik itu. Tabel 3.2. di bawah ini menunjukkan ringkasan hasil analisis kemampuan penguasaan konsep-konsep dan prinsip-prinsip dan kemampuan berpikir dan penalaran untuk topik Elektrostatika dan Arus Searah.

**Tabel 3.2. Rangkuman Analisis Deskriptif Skor Kemampuan-
Kemampuan Fisika Hasil Uji Coba**

Kemampuan fisika yang diukur	Skor minimum	Skor maksimum	Skor rata-rata	SD	Persentase siswa yang memperoleh skor $\geq 55,0$
Menguasai konsep-konsep dan prinsip-prinsip	30	85	56,4	17,77	44 %
Kemampuan berpikir dan penalaran fisika	18,10	76,20	55,7	11,88	64 %

Dari tabel di atas terlihat bahwa kemampuan penguasaan konsep-konsep dan prinsip-prinsip serta kemampuan berpikir dan penalaran fisika yang dicapai oleh mahasiswa partisipan uji coba baru dalam kategori cukup. Persentase mahasiswa yang mampu melewati *passing grade* untuk kedua kemampuan di atas masing-masing 44% dan 64 %. Skor penguasaan konsep-konsep/prinsip-prinsip mahasiswa lebih bervariasi dibandingkan dengan skor penguasaan kemampuan berpikir dan penalaran fisika. Selanjutnya gambaran tingkat penguasaan mahasiswa terhadap masing-masing aspek kemampuan berpikir dan penalaran fisika dapat dilihat pada Tabel 3.3.



Tabel 3.3. Rangkuman Analisis Deskriptif Skor Aspek-Aspek Kemampuan Berpikir dan Penalaran

Aspek-aspek kemampuan berpikir dan penalaran	Skor min	Skor maks	Rata-rata	SD	Persentase mahasiswa yang mempunyai skor $\geq 55,0$
Memerikan pengetahuan fisika secara efektif	20,50	86,50	58,27	15,38	64 %
Menginterpretasikan konsep-konsep/ prinsip-prinsip/ representasi ilmiah	21,00	95,00	59,22	17,97	68 %
Inferensi logika	35,00	92,50	64,34	16,86	68 %
Membangun model matematik	0,00	83,3	46,20	21,02	36 %
Menerapkan konsep/prinsip/hukum	14,20	88,60	44,00	15,28	28 %
Mengidentifikasi miskonsepsi	20,00	100,00	64,80	30,70	64 %

Dari tabel di atas terlihat bahwa kemampuan menggambarkan pengetahuan fisika secara efektif, menginterpretasikan konsep, inferensi logika, dan mengidentifikasi miskonsepsi secara umum baru dalam kategori cukup, sedangkan kemampuan-kemampuan membangun model matematik dan menerapkan konsep dalam kategori kurang.

Hasil uji coba ini tidak terlepas dari keterbatasan-keterbatasan dalam uji coba yaitu: (1) topik elektrostatika dan arus searah adalah topik-topik dari Fisika Dasar II, yang seharusnya diajarkan di semester II. Mahasiswa menganggap topik ini tidak ada relevansinya dengan mata kuliah Fisika Dasar I yang sedang mereka programkan

sehingga mengurangi motivasi mereka untuk mengikuti perkuliahnya. (2) perkuliahan ini tampaknya menjadi beban tambahan bagi mahasiswa, lebih-lebih dengan banyaknya kegiatan praktikum yang dilaksanakan dalam kuliah ini. (3) dengan banyaknya tugas-tugas yang harus dikerjakan oleh mahasiswa pada mata kuliah yang lain yang memang diprogramkan, tugas-tugas maupun latihan-latihan untuk topik yang diujicobakan ini menjadi prioritas terakhir. Hal ini tampak jelas dari kebanyakan mahasiswa baru menyelesaikan tugas-tugas di kampus menjelang kuliah. (4) secara umum mahasiswa mengikuti kuliah masih berorientasi pada ujian, sehingga mereka cenderung mempelajari soal-soal yang pernah keluar pada ujian-ujian topik yang sama pada semester-semester sebelumnya. Bertolak dari hasil-hasil uji coba ini, perlu dilakukan penyempurnaan-penyempurnaan baik yang menyangkut pelaksanaan pembelajaran, maupun perangkat-perangkat pembelajaran yang digunakan.

3. Perbaikan Rancangan Model Perkuliahan

Bertolak dari proses dan hasil uji coba yang dilakukan dapat diidentifikasi beberapa hal-hal yang perlu dipertahankan dan perlu disempurnakan baik pada strategi pembelajaran, modul yang disusun maupun kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam modul, untuk kepentingan implementasi dalam penelitian. Berdasarkan wawancara dengan beberapa mahasiswa secara random, tampaknya strategi pembelajaran yang dikembangkan yaitu kuliah berbasis aktivitas dengan bahan belajar berupa modul yang berisikan berbagai kegiatan seperti lembar kegiatan

mahasiswa, praktikum terintegrasi, tutorial/responsi, latihan mandiri dapat diikuti oleh mahasiswa. Penjelasan-penjelasan atau arahan-arahan dalam kegiatan prainstruksional perlu lebih dipertegas. Mahasiswa umumnya menyenangi kegiatan praktikum terintegrasi ini, karena manfaatnya secara langsung lebih dirasakan. Diskusi hasil-hasil percobaan setelah praktikum menurut mahasiswa harus dilakukan karena dengan demikian mahasiswa langsung mengetahui kesalahan-kesalahan atau kebenaran proses dan hasil-hasil yang mereka peroleh, dan juga langsung diketahui hubungan antara data yang diperoleh dengan prinsip-prinsip atau konsep-konsep fisika yang dipelajari. Instruksi-instruksi yang terdapat dalam setiap kegiatan baik kegiatan praktikum maupun lembar kerja, secara umum dapat diikuti oleh mahasiswa dengan baik.

Alokasi waktu untuk setiap kegiatan perlu diatur secara lebih tegas, mengingat pada umumnya bekal keterampilan mahasiswa dalam melakukan praktikum relatif kurang. Mahasiswa perlu membuat persiapan yang bisa dikerjakan di rumah sebelum mereka melakukan percobaan di laboratorium. Tabel-tabel pengamatan, diagram rangkaian yang diperlukan sebaiknya telah dibuat di rumah oleh mahasiswa. Tugas ini diperiksa dosen sebelum praktikum berlangsung. Mahasiswa harus ditugaskan untuk membaca bahan belajar yang akan dibahas di kelas sebelum pembelajaran dilakukan, sehingga waktu dapat digunakan secara efisien. Bahan tutorial/responsi sebaiknya diberikan sebelumnya untuk dikerjakan sendiri oleh mahasiswa di rumah, kemudian baru dibahas pada waktu tutorial /responsi.

Percobaan eksplorasi muatan yakni kaca yang digosok dengan sutra perlu dipertimbangkan lebih lanjut mengingat dalam uji coba, percobaan itu tidak berhasil sesuai dengan yang diharapkan. Pada uraian teoretis mengenai hukum Coulomb penggambaran vektor gaya interaksi dan vektor satuan posisi perlu dipertegas. Uraian mengenai cara menentukan harga konstanta k perlu dicantumkan dengan mengemukakan prinsip percobaan neraca puntir. Untuk dapat mendeskripsikan gaya elektostatika dan medan listrik, baik secara matematis dan diagram vektor, pengetahuan mahasiswa tentang vektor perlu ditingkatkan secara singkat.

Uraian mengenai konsep medan listrik hendaknya dilengkapi dengan uraian mengapa orang memperkenalkan konsep medan dalam interaksi elektostatika. Pembahasan ini perlu diawali dengan pengenalan konsep gaya aksi pada suatu jarak (*act at a distance*). Latihan-latihan yang lebih intensif harus dilakukan dalam menentukan medan listrik oleh distribusi muatan kontinu. Dalam hal ini cara menentukan elemen muatan, jarak titik terhadap benda bermuatan, manipulasi matematik, dan penyelesaian integral perlu lebih diintegrasikan.

Uraian tentang hukum Gauss perlu dilengkapi dengan satu subbab yang membahas kesetaraan hukum Coulomb dan hukum Gauss. Penggunaan hukum Gauss dalam menentukan muatan berlebih dalam konduktor, konduktor berlubang, uraiannya hendaknya dibuat lebih rinci sehingga mahasiswa dapat mempelajari sendiri.

Pembahasan mengenai potensial listrik, hendaknya dimulai dari uraian mengenai upaya memindahkan muatan uji q_0 dari suatu titik ke titik lain (misalnya dari A ke B) dalam medan listrik yang ditimbulkan oleh muatan q , bukan dengan membahas gerak muatan dalam medan yang disebabkan oleh plat kapasitor seperti yang dibahas dalam beberapa buku fisika dasar. Hal ini lebih sesuai dengan urutan materi, karena kapasitor baru dibicarakan kemudian.

Pembahasan mengenai gradien potensial lebih baik dimulai dengan kasus satu dimensi, kemudian baru dikembangkan kedalam kasus dua atau tiga dimensi. Pembahasan ini hendaknya dilengkapi dengan contoh penerapannya dengan menginterpretasikan grafik potensial sebagai fungsi posisi.

Untuk pengukuran hambatan listrik, selain dengan menggunakan hukum ohm perlu dipertimbangkan cara lain. Perlu dicari alternatif demonstrasi untuk mengganti kegiatan praktikum yang sekiranya tak dapat dilakukan baik karena keterbatasan peralatan maupun karena keterbatasan waktu.

Untuk kegiatan-kegiatan yang menggunakan alat ukur, informasi tentang karakteristik alat ukur, cara pembacaan, dan penggunaannya dalam rangkaian perlu diberikan secara lebih intensif, karena kebanyakan mahasiswa belum memiliki pengalaman menggunakan alat-alat ukur listrik baik di semester I maupun ketika di SMU. Teori-teori kesalahan dalam pengukuran perlu juga diperkenalkan. Untuk menghindari kesalahan-kesalahan yang terlalu jauh sedapat mungkin digunakan

baterai yang relatif baru dalam setiap percobaan yang menggunakan baterai. Lampu-lampu yang digunakan dalam percobaan terutama untuk keperluan perbandingan hendaknya dipilih yang memiliki karakteristik relatif sama. Lampu-lampu yang sudah teridentifikasi memiliki karakteristik yang relatif sama kemudian ditandai dengan tanda khusus. Percobaan 2.5. tentang pengisian dan pengosongan kapasitor tampaknya sulit dilakukan karena peralatan yang diminta tidak cukup tersedia dan membutuhkan waktu yang cukup lama, oleh karena itu sebaiknya diganti dengan demonstrasi.

Bertolak dari identifikasi permasalahan-permasalahan dalam proses pembelajaran, bahan ajar dan kegiatan-kegiatannya, serta hasil-hasil pembelajaran dalam uji coba telah dilakukan perbaikan-perbaikan. Perbaikan-perbaikan itu kemudian dikonsultasikan dengan pembimbing sehingga dihasilkan bahan ajar beserta kegiatan-kegiatannya yang dituangkan dalam modul dan uraian kegiatan pembelajaran seperti pada Lampiran 2 dan 3.

Tahap IV: Implementasi dan Pengujian Efektivitas Model Perkuliahan

Pada tahap ini model perkuliahan yang telah diperbaiki berdasarkan hasil uji coba diimplementasikan dan diuji efektivitasnya. Pengujian efektivitas dilakukan dengan menganalisis perolehan skor (*gain score*) mahasiswa yakni selisih antar skor post-test dan pre-test. Di samping itu juga dilakukan perbandingan penguasaan kemampuan-kemampuan fisika antara mahasiswa yang diajar dengan model

pembelajaran Fisika Dasar yang bertolak dari kemampuan-kemampuan fisika (kelas penelitian) dan mahasiswa kelas reguler. Metode perbandingan ini dimodifikasi dari rancangan eksperimen pre-test post-test kelompok kontrol yang tak diacak seperti berikut.

O X₁ O

O X₂ O

(Sevilla, *et al*, 1993)

Dengan X₁ adalah model pembelajaran yang bertolak dari kemampuan-kemampuan fisika, X₂ model reguler, O adalah pre-test dan post-test.

Prosedur yang ditempuh pada tahap ini adalah.

1. Pemberian pre-test untuk mengetahui keadaan awal kemampuan-kemampuan fisika subjek penelitian. hasil pre-test ini akan digunakan untuk melihat sejauh mana terjadinya peningkatan kemampuan-kemampuan fisika pada mahasiswa setelah mengalami pembelajaran dengan model pembelajaran Fisika Dasar yang bertolak dari kemampuan-kemampuan fisika.
2. Melaksanakan proses pembelajaran model pembelajaran Fisika Dasar yang bertolak dari kemampuan-kemampuan fisika.
3. Penilaian proses dan hasil pembelajaran (*post-test*). Evaluasi proses dilakukan dengan menggunakan lembaran observasi dan kuesioner. Observasi dilakukan

oleh peneliti sendiri, sedangkan kuesioner diberikan kepada mahasiswa. Penilaian hasil belajar meliputi evaluasi terhadap kemampuan-kemampuan fisika yang terdiri dari penguasaan konsep-konsep dan prinsip-prinsip, kemampuan berpikir dan penalaran fisika, dan kegiatan laboratorium. Kemampuan penguasaan konsep diuji dengan tes objektif pilihan ganda. Sedangkan kemampuan berpikir dan penalaran fisika diuji dengan tes essay. Penilaian kegiatan laboratorium dilakukan terhadap proses dan laporan praktikum.

4. Analisis data dan interpretasi. Data yang merupakan hasil pembelajaran dianalisis untuk melihat keefektifan model kuliah yang dikembangkan serta kelebihan dan kekurangan model kuliah tersebut.
5. Merumuskan temuan-temuan penelitian dan rekomendasi.

D. Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini meliputi data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa skor kemampuan-kemampuan fisika yang diperoleh oleh mahasiswa calon guru dalam pembelajaran topik elektrostatika dan arus searah baik dalam pre-test maupun post-test. Data kuantitatif juga meliputi nilai praktikum dan tugas-tugas. Skor kemampuan-kemampuan fisika dikumpulkan dengan tes kemampuan-kemampuan fisika dengan metode tes tertulis.

Data kualitatif berupa catatan-catatan harian peneliti yang menggambarkan proses pembelajaran yang berlangsung, dan tanggapan mahasiswa mengenai proses



perbelajaran tersebut. Data kualitatif juga mencakup kendala-kendala yang dihadapi dalam perkuliahan dengan praktikum terintegrasi dan tutorial/responsi. Data kualitatif ini dikumpulkan melalui observasi, rekaman pembelajaran, kuesioner, dan catatan-catatan harian peneliti.

E. Instrumen Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan berbagai instrumen, baik dalam pembelajaran maupun dalam pengumpulan data. Secara singkat jenis instrumen dan kegunaannya adalah seperti pada tabel 3.4.

Tabel 3.4. Instrumen Penelitian

Jenis Instrumen	Kegunaan dalam penelitian
Satuan Acara Perkuliahan (SAP)	Pedoman pelaksanaan perkuliahan
Bahan ajar/modul pembelajaran	Pegangan mahasiswa dan bahan kegiatan belajar mengajar.
Pedoman Observasi	Mengobservasi proses pembelajaran.
Kuesioner	Menjaring respons mahasiswa terhadap model pembelajaran yang diterapkan
Catatan harian	Menilai proses pembelajaran dan kendala-kendala yang dihadapi dalam implementasi model pembelajaran
Tes kemampuan fisika	Mengevaluasi penguasaan kemampuan-kemampuan fisika, yakni penguasaan konsep dan kemampuan berpikir dan penalaran fisika.
Laporan praktikum	Mengevaluasi kemampuan mahasiswa melakukan kegiatan laboratorium.

Satuan Acara Perkuliahan (SAP)

Satuan Acara Perkuliahan (SAP) meliputi komponen-komponen tujuan mata kuliah, pertemuan ke, pokok bahasan, kemampuan-kemampuan fisika yang ditumbuhkan, tujuan pembelajaran umum, tujuan pembelajaran khusus, materi perkuliahan, pembelajaran (metode dan pendekatan), media, evaluasi, dan sumber. SAP ini digunakan sebagai pedoman proses belajar mengajar.

Bahan Ajar

Bahan ajar terdiri dari materi pelajaran teori, praktikum, dan tugas-tugas mandiri. Bahan ajar disusun dalam bentuk modul pembelajaran yang berbasis aktivitas (*activity base*) yang dimodifikasi dari buku *Workshop Physics, Activity Guide* (Laws, 1997) dan *Physics by Inquiry* (McDermott, et al. 1996). Tiap modul berisikan uraian teori, lembar kerja mahasiswa, kegiatan praktikum, dan latihan. komponen teori diuraikan secara singkat kemudian dilengkapi dengan kegiatan lembaran kerja untuk mendorong mahasiswa menemukan sendiri prinsip-prinsip, hukum-hukum maupun model-model. Kegiatan praktikum merupakan praktikum terintegrasi, di mana setiap topik praktikum dimaksudkan untuk menemukan konsep-konsep prinsip-prinsip secara induktif. Melalui studi mendalam terhadap sistem fisika dan interaksinya, mahasiswa diharapkan memperoleh pengalaman langsung dengan proses sains. Dimulai dari pengamatannya sendiri, mahasiswa mengembangkan konsep-konsep dasar fisika, menggunakan dan menginterpretasikan representasi ilmiah yang berbeda, membangun suatu model eksplanasi. Modul ini dirancang

secara eksplisit untuk mengembangkan keterampilan penalaran ilmiah, dan menyediakan praktik menghubungkan konsep-konsep ilmiah, representasi, dan model-model pada fenomena dunia nyata. Latihan-latihan baik untuk latihan dirumah maupun untuk tutorial dimodifikasi dari *Fundamental of Physics* (Halliday, et al, 2000) dan *Homework and Test Questions for Introductory Physics Teaching* (Arons, 1994).

Pedoman Observasi.

Pedoman observasi ini digunakan untuk mengobservasi proses pembelajaran. Lembaran observasi ini berisikan aspek-aspek seperti: (a) tingkat kesiapan mahasiswa mengikuti perkuliahan, (b) partisipasi mahasiswa secara umum, (c) respon terhadap tugas-tugas/penyelesaian tugas-tugas, (d) persiapan mahasiswa dalam tutotrial/responsi, (e) kegairahan mahasiswa mengikuti perkuliahan. Tiap aspek dinilai dalam lima kategori yaitu: baik sekali, baik, sedang, kurang, dan kurang sekali. Sebelum digunakan lembaran observasi ini telah dikonsultasikan dengan pembimbing. Lampiran 3. menunjukkan lembaran observasi yang digunakan dalam penelitian ini.

Kuesioner

Kuesioner ini digunakan untuk mengetahui pendapat mahasiswa tentang pembelajaran yang dialaminya. Aspek-aspek yang ditanyakan dalam kuisisioner ini adalah pendapat mahasiswa tentang: (a) kejelasan kemampuan-kemampuan fisika

yang harus dikuasai oleh mahasiswa, (b) Pendekatan, strategi, dan metode pembelajaran yang diterapkan (c) praktikum dan kuliah terintegrasi, (d) bahan belajar yang digunakan, dan (e) tugas-tugas rumah yang diberikan. Kategori skor untuk tiap pertanyaan dibedakan atas empat kategori yaitu: sangat setuju (skor 4), setuju (skor 3), tidak setuju (skor 2), dan sangat tidak setuju (skor 1). Sebelum digunakan kuisisioner ini telah dikonsultasikan dengan pembimbing. Kuisisioner yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 4.

Catatan Harian Peneliti

Catatan harian peneliti digunakan untuk menilai proses pembelajaran dan kendala-kendala yang dialami. Setiap kejadian-kejadian dalam kelas selama proses pembelajaran dicatat dalam catatan harian ini. Untuk melengkapi catatan-catatan harian ini, pembelajaran juga direkam dengan *tape recorder*, sehingga masalah-masalah yang tidak dapat dicatat dapat didengar kembali dalam rekaman tersebut.

Tes Kemampuan Fisika

Tes kemampuan fisika ini terdiri dari tes pemahaman kemampuan berpikir dan penalaran fisika yang dapat ditumbuhkan melalui pembelajaran pokok bahasan Elektrostatika dan Arus Searah dan tes pemahaman konsep-konsep dan prinsip-prinsip Elektrostatika dan Arus Searah. Tes kemampuan berpikir dan penalaran fisika berbentuk essay (tes uraian) dan tes penguasaan konsep-konsep dan prinsip-prinsip disusun dalam bentuk tes objektif pilihan ganda. Langkah-langkah pengembangan tes hasil belajar adalah sebagai berikut.

1. Penyusunan kisi-kisi

Untuk tes kemampuan-kemampuan fisika kisi-kisi yang disusun meliputi aspek-aspek: kemampuan-kemampuan fisika, indikator, Tujuan Pembelajaran Khusus, sub topik, nomor soal, alokasi waktu, dan bobot soal. Sedangkan kisi-kisi tes penguasaan konsep-konsep meliputi topik-topik, konsep-konsep yang diukur, jenjang kemampuan, nomor soal, dan kunci jawaban. Kisi-kisi tes kemampuan-kemampuan fisika yang dapat ditumbuhkan melalui topik Elektrostatika dan Arus Searah adalah seperti Tabel 3.5, Tabel 3.6 dan Tabel 3.7.

Tabel 3.5. Kisi-kisi tes kemampuan-kemampuan fisika yang dapat ditumbuhkan melalui topik elektrostatika

Kemampuan-kemampuan fisika (1)	Indikator	Tujuan pembelajaran khusus (2)	Subtopik (3)	Soal no (4)	Alokasi waktu (5)	Bobot soal (6)
1. Menggambarkan (describing) pengetahuan fisika secara efektif	Mendeskripsikan situasi fisika ke dalam bentuk gambar, kata-kata, diagram, atau simbol matematik.	Mahasiswa dapat mendeskripsikan gaya elektrostatika pada suatu muatan titik yang disebabkan oleh dua atau lebih muatan.	Hukum Coulomb	Soal no 3	10 menit	15
		Mahasiswa dapat mendeskripsikan fluksmedan listrik pada suatu kasus	Garis medan Listrik	Soal no 8	5 menit	5
		Mahasiswa dapat mendeskripsikan pengaruh bahan dielektrik terhadap kapasitansi	Kapasitansi dan bahan dielektrik	Soal no 13	5 menit	5

Tabel 3.5. Kisi-kisi tes kemampuan-kemampuan fisika yang dapat ditumbuhkan melalui topik elektrostatika (lanjutan)

2. Menginterpretasikan konsep atau prinsip dan representasi ilmiah.	Mengidentifikasi dan membangun konsep pada contoh-contoh khusus.	Mahasiswa dapat mengidentifikasi gaya elektrostatika pada berbagai kasus khusus.	Gaya elektrostatika	Soal no 4	10 menit	10
	Memaknai gambar, diagram, atau grafik	Mahasiswa dapat mengidentifikasi medan listrik pada berbagai kasus khusus.	Medan listrik	Soal no 5	10 menit	15
		Mahasiswa dapat mengidentifikasi momentum partikel bermuatan yang bergerak dalam medan listrik yang divisualisasikan dengan garis medan	Garis medan listrik	Soal no 7	5 menit	10
		Mahasiswa dapat mengidentifikasi medan listrik bila diberikan diagram permukaan ekuipotensial	Permukaan ekuipotensial	Soal no 11	5 menit	5
		Mahasiswa dapat mengidentifikasi medan listrik pada suatu muatan titik yang potensialnya diketahui sebagai fungsi posisi.	Gradien potensial	Soal no 12	10	10

Tabel 3.5. Kisi-kisi tes kemampuan-kemampuan fisika yang dapat ditumbuhkan melalui topik elektrostatika (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
3. Melakukan Inferensi.	Menjelaskan fakta hasil pengamatan.	Mahasiswa dapat Menjelaskan fakta-fakta hasil observasi	Muatan dan gaya elektros-tatika.	Soal no 1	5 menit	5
	Menyimpulkan berdasarkan data.			Soal no 2	10 menit	10
4. Membangun model matematik.	Membangun hubungan matematik suatu sistem fisika	Mahasiswa dapat membangun formula matematik medan listrik yang disebabkan oleh distribusi muatan kontinu (muatan benda).	Medan listrik oleh distribusi muatan kontinu	Soal no 6	10 menit	10
		Mahasiswa dapat membangun formula matematik potensial listrik yang disebabkan oleh distribusi muatan kontinu.	Potensial listrik oleh distribusi muatan kontinu	Soal no 10	10 menit	10
5. Menerapkan konsep, prinsip, atau hukum.	Menerapkan konsep, atau hukum, pada persoalan-persoalan fisika.	Mahasiswa dapat menerapkan hukum Gauss untuk merumuskan formula matematik medan listrik yang disebabkan oleh distribusi muatan kontinu dari benda-benda simetris.	Hukum Gauss	Soal no 9	20 menit	20

Tabel 3.6. Kisi-kisi tes kemampuan-kemampuan fisika yang dapat ditumbuhkan melalui topik Arus Searah

Kemampuan-kemampuan fisika (1)	Indikator (2)	Tujuan Pembelajaran Khusus (TPK) (3)	Subtopik (4)	Soal No (5)	Alokasi waktu (6)	Bobot soal (7)
1. Menggambar (describing) pengetahuan fisika secara efektif	Mendeskripsikan situasi fisika ke dalam bentuk kata-kata, gambar diagram, atau simbol matematik	Mahasiswa dapat menjelaskan pengaruh hambatan dalam terhadap beda potensial terminal-terminal baterai	Rangkaian arus searah	Soal no 6	10 menit	10
			Ggl dan hambatan dalam	Soal no 7	10 menit	10
2. Menginterpretasikan konsep atau prinsip dan representasi ilmiah	Mengidentifikasi dan memunculkan konsep pada contoh-contoh khusus Memaknai gambar, diagram, atau grafik	Mahasiswa dapat mengidentifikasi susunan resistor dalam suatu rangkaian. Mahasiswa dapat mengidentifikasi distribusi arus dan tegangan pada rangkaian arus searah Mahasiswa dapat mengidentifikasi kapasitansi suatu kapasitor dari kurva beda potensial terhadap waktu pada pengosongan kapasitor.	Hambatan ekuivalen	Soal no 4	5 menit	5
			Rangkaian arus searah	Soal no 5	15 menit	15
			Rangkaian RC	Soal no 10	10 menit	10
3. Inferensi logika	Menjelaskan fakta hasil pengamatan Menyimpulkan berdasarkan data	Mahasiswa dapat menjelaskan hasil observasi perbedaan tingkat keterangan nyala lampu pada rangkaian yang terdiri dari beberapa lampu yang tersusun seri maupun paralel	Arus listrik dan hambatan listrik	Soal no 1	10 menit	10
				Soal no 2	10 menit	10
				Soal no 3	10 menit	10



Tabel 3.6. Kisi-kisi tes kemampuan-kemampuan fisika yang dapat ditumbuhkan melalui topik Arus Searah (lanjutan)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
4. Membangun model matematik	Membangun hubungan matematik suatu sistem fisika	Mahasiswa dapat membangun model matematik arus dan tegangan pada peristiwa pengosongan kapasitor	Rangkaian RC	Soal no 9	10 menit	10
5. Menerapkan konsep, prinsip, atau hukum	Menerapkan konsep, prinsip, atau hukum pada persoalan-persoalan sederhana	Mahasiswa dapat menerapkan hukum Kirchoff I dan II pada berbagai persoalan rangkaian arus searah	Hukum Kirchoff	Soal no 8	15 menit	10
6. Mengidentifikasi kesulitan-kesulitan konsep-tual siswa tentang konsep-konsep arus searah	Mengidentifikasi dan meluruskan kesulitan-kesulitan konseptual	Mahasiswa dapat mengidentifikasi kesulitan-kesulitan konseptual yang dialami oleh siswa dan kemudian meluruskannya.	Hukum Ohm	Soal no 11	15 menit	5
			Rangkaian arus searah (penggunaan ammeter dan voltmeter)	Soal no 12	10 menit	5

Tabel 3.7. Kisi-Kisi Tes Penguasaan Konsep-Konsep dan Prinsip-Prinsip

Topik	Konsep-Konsep	Jenjang Kemampuan	Nomor Soal	Kunci jawaban
ELEKTRO-STATIKA	Gaya Elektrostatika	C3	1	B
		C4	2	D
	Medan listrik	C2	3	B
		C5	4	E
	Hukum Gauss	C3	5	E
		C2	6	C
	Potensial Listrik	C4	7	E
		C3	8	E
	Rangkaian Kapasitor	C5	9	D
		C5	10	B
ARUS SEARAH	Rangkaian Arus Searah	C2	11	B
		C6	12	C
		C4	13	C
		C4	14	E
	Hukum Kirchhoff	C3	15	A
		C4	16	B
	Rangkaian RC	C4	17	B
		C4	18	C
	Daya Listrik	C4	19	E
		C6	20	C

2. Menyusun tes kemampuan-kemampuan fisika dan tes penguasaan konsep-konsep Elektrostatika dan Arus Searah.

Tes kemampuan-kemampuan fisika disusun dalam bentuk tes uraian. Pada setiap pertanyaan mahasiswa diminta menyampaikan jawaban yang benar, serta penjelasannya baik secara kualitatif maupun kuantitatif, karena pada dasarnya tes ini mengembangkan kemampuan berpikir dan penalaran baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Untuk setiap soal diberikan bobot skor tertentu. Pemberian bobot skor ini didasarkan pada kompleksitas jawaban yang diminta. Semakin tinggi kompleksitas jawaban yang diminta, semakin besar bobot soal itu. Mengingat dalam tes uraian skor tidak bersifat diskrit, melainkan kontinu, maka untuk setiap soal ditetapkan pedoman pemberian skor bagi tahapan-tahapan penyelesaian soal. Tes penguasaan konsep-konsep disusun dalam bentuk objektif pilihan ganda dengan lima pilihan. Pemberian skor adalah 1 untuk jawaban benar, dan nol untuk jawaban salah.

3. Melakukan validasi pakar

Setelah kisi-kisi dan tesnya dibuat kemudian dilakukan penilaian pakar (*expert judgement*) terhadap soal-soal tersebut. Untuk itu peneliti meminta bantuan tiga pakar untuk melakukan penilaian itu. Dari ketiga pakar itu dua orang adalah dosen jurusan fisika ITB, dan satu dosen pasca sarjana pendidikan IPA UPI. Peneliti menyusun pedoman penilaian pakar. Untuk soal kemampuan-kemampuan fisika ketiga pakar itu diharapkan menilai kesesuaian tiap item soal dengan: kemampuan-kemampuan fisika yang diukur, tujuan pembelajaran khusus, skor maksimal tiap soal, dan alokasi waktu yang ditetapkan. Sedangkan untuk soal penguasaan konsep-

konsep, penilai diminta untuk menilai kesesuaian tiap item soal dengan konsep-konsep yang diukur, jenjang kemampuan yang diukur pada konsep itu, dan kunci jawaban. Untuk tiap soal penilai diminta untuk memberi kategori sangat sesuai, sesuai, tidak sesuai, dan sangat tidak sesuai. Penetapan soal-soal yang dapat diterima berdasarkan penilaian pakar didasarkan pada kriteria sebagai berikut. Jika ketiga penilai memberikan kategori sesuai dan s/d sangat sesuai terhadap semua aspek yang dinilai dalam soal maka soal dinyatakan diterima. Jika dua diantara penilai memberikan kategori sesuai s/d sangat sesuai, sedangkan satu penilai menyatakan tidak sesuai s/d sangat tidak sesuai terhadap semua aspek soal, maka soal dinyatakan diterima. Jika satu penilai menyatakan sesuai s/d sangat sesuai, sedangkan dua penilai menyatakan tidak sesuai s/d sangat tidak sesuai, maka soal direvisi pada aspek yang bersangkutan. Jika ketiga penilai menyatakan tidak sesuai s/d sangat tidak sesuai terhadap semua aspek yang dinilai, maka soal ditolak.

4. Melakukan Uji Coba Empiris

Uji coba tes secara empiris dilakukan setelah mahasiswa yang digunakan sebagai sampel diajar dengan model pembelajaran kelas kecil yang bertolak dari kemampuan-kemampuan fisika. Hal ini dilakukan karena pada pembelajaran reguler pembelajaran tidak diarahkan secara sengaja untuk mengembangkan kemampuan-kemampuan fisika tertentu sehingga akan terjadi ketidaksesuaian antara tujuan test dengan proses pembelajaran. Uji coba dilakukan pada mahasiswa semester I tahun akademik 2001/2002 jurusan fisika FPMIA IKIP Negeri Singaraja. Sebelum uji coba

tes dilakukan, mahasiswa diajar dengan topik elektrostatika dan arus searah dengan model pembelajaran fisika dasar yang bertolak dari kemampuan-kemampuan fisika (yakni model yang akan diterapkan dalam penelitian).

Hasil uji coba kemudian dianalisis secara statistik. Untuk tes kemampuan-kemampuan fisika analisis dilakukan untuk mengetahui koefisien reliabilitas tes dan konsistensi internal tiap item soal. Koefisien reliabilitas dicari dengan rumus alpha Gronbach, sedangkan konsistensi internal digambarkan oleh koefisien korelasi antara skor tiap item soal dan skor total (Arikunto, 1998). Untuk keperluan analisis digunakan program SPSS versi 10.0 for Windows. Dengan cara ini diperoleh bahwa untuk tes kemampuan-kemampuan fisika topik elektrostatika, koefisien alpha soal adalah 0,6809. Sedangkan koefisien korelasi antara skor tiap item dan skor total adalah 0,203 s/d 0,715. Soal-soal yang telah diterima berdasarkan validasi pakar namun koefisien konsistensinya masih dipandang rendah, diperbaiki/direvisi untuk kemudian digunakan dalam menguji kemampuan-kemampuan fisika sampel eksperimen. Setelah digunakan dihitung kembali koefisien alpha dan konsistensi internalnya. Ternyata setelah proses ini tes tetap reliabel dengan koefisien alpha 0,7575 dan konsistensi internal antar 0,437 s/d 0,683. Untuk soal Arus Searah, koefisien alpha 0,5842, sedangkan koefisien korelasi skor tiap item dengan skor total adalah 0,2058 s/d 0,6209 seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 5 B dan 5C. Sama hal dengan soal-soal elektrostatika, soal-soal yang telah diterima berdasarkan validasi pakar namun koefisien konsistensinya masih dianggap rendah, direvisi kemudian diterapkan dan dihitung kembali koefisien alpha dan konsistensi internalnya.

Ternyata tes masih reliabel dengan koefisien alpha 0,7563, dan konsistensi internal item antara 0,297 s/d 0,846. Dengan demikian baik tes elektrostatika dan arus searah yang digunakan dalam penelitian ini adalah reliabel dan valid. Kedua tes ini dapat dilihat pada Lampiran 6 dan 7.

Untuk soal penguasaan konsep-konsep hasil uji coba dianalisis untuk memperoleh koefisien reliabilitas, daya beda, dan tingkat kesukaran. Reliabilitas tes dicari dengan rumus Kuder Richardson K-R 20 (Arikunto, 1998). Dengan cara ini koefisien reliabilitas tes penguasaan konsep-konsep adalah 0,71. Sedangkan indeks daya beda antara 0,24 s/d 0,86 dan tingkat kesukaran item tes antara 0,28 s/d 0,92. Soal-soal yang belum memenuhi syarat daya beda dan tingkat kesukaran direvisi, untuk kemudian digunakan. Setelah proses revisi tes tetap reliabel dengan indeks reliabilitas 0,66, dan semua item soal memenuhi syarat tingkat kesukaran dan daya beda. Indeks tingkat kesukaran item soal antara 0,36 s/d 0,75 dan indeks daya beda antara 0,32 s/d 0,54. Dengan demikian tes penguasaan konsep-konsep dan prinsip-prinsip fisika yang digunakan dalam penelitian ini adalah reliabel dan valid. Tes ini dapat dilihat pada Lampiran 8.

F. Teknik Analisis Data

Data berupa skor kemampuan-kemampuan fisika yang diperoleh mahasiswa calon guru dianalisis secara statistik deskriptif dan inferensial. Tingkat penguasaan kemampuan-kemampuan fisika dinyatakan dengan kategori kemampuan yang

didasarkan pada kriteria PAP. Adapun pedoman konversinya adalah seperti pada Tabel 3.8 berikut ini.

Tabel 3.8: Konversi Skor Tes Kemampuan Fisika menjadi Kategori Kemampuan

Skor Tes	Kategori Kemampuan
85 - 100	Baik sekali
70 - 84	Baik
55 - 69	Cukup
40 - 54	Kurang
0 - 39	Kurang sekali

(Buku pedoman IKIP Negeri Singaraja, 2002)

Peningkatan penguasaan kemampuan-kemampuan fisika antara sebelum dan sesudah pembelajaran dihitung dengan rumus *g factor* (gain score ternormalisasi).

$$g = \frac{S_{\text{post}} - S_{\text{pre}}}{S_{\text{max}} - S_{\text{pre}}} \quad (\text{Hake dalam Savinainen \& Scott, 2002})$$

dengan S_{pre} = skor pre-test; S_{post} = skor post-test; S_{max} = skor maksimum. Tingkat perolehan skor kemudian dikategorikan atas tiga kategori yaitu:

Tinggi: $g > 0,7$

Sedang: $0,3 < g < 0,7$

Rendah: $g < 0,3$

(Savinainen & Scott, 2002)

Untuk mengetahui keberartian peningkatan kemampuan-kemampuan fisika yang diperoleh oleh mahasiswa calon guru akan dilakukan perbandingan antara rata-rata skor pre-test dengan rata-rata skor post-test. Uji perbedaan dua rata-rata dilakukan dengan uji-t untuk data yang berdistribusi normal. Untuk data yang tidak berdistribusi normal, uji beda dilakukan dengan statistik non parametrik yaitu uji Wilcoxon. Kedua uji ini dilakukan pada taraf signifikansi 5 %. Uji t atau uji Mann-Whitney digunakan juga untuk menganalisis perbandingan antara model pembelajaran yang bertolak dari kemampuan-kemampuan fisika dan model pembelajaran reguler. Normalitas data diuji dengan uji Kolmogorov-Sminov. Semua prosedur statistik ini dilakukan dengan program SPSS Versi 10.0 for Windows (Santoso, 2001; Wijaya, 2000).

Data kualitatif berupa respons mahasiswa, proses pembelajaran, kendala-kendala yang ditemui dalam pembelajaran dianalisis secara deskriptif naratif. Respons mahasiswa terhadap proses pembelajaran secara umum dinyatakan dengan membandingkan rata-rata skor kuesioner dengan kategori respon yang ditetapkan yaitu sangat setuju, setuju, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Tabel 3.9 menunjukkan kategori respons mahasiswa tersebut.

Tabel 3.9: Kategori Respons Mahasiswa Terhadap Model Pembelajaran yang Diterapkan

Skor total	Kategori
85 % - 100 %	Sangat setuju
55 % - 84 %	Setuju
40 % - 54 %	Tidak setuju
< 40 %	Sangat tidak setuju