

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Dalam pengelompokan rumpun keilmuan, matematika dan IPA dikelompokkan dalam satu rumpun, sehingga di jenjang perguruan tinggi non LPTK dikenal Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) dan di LPTK dikenal Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA). Sebenarnya matematika bukan bagian dari sains seperti Fisika, Kimia dan Biologi. Perbedaan antara Fisika dan matematika adalah dalam hal Fisika selalu berkaitan dengan pemerian dunia material, sedangkan Matematika berkaitan dengan pola-pola abstrak yang tidak selalu berhubungan dengan dunia material. Namun demikian Fisika sangat erat kaitannya dengan Matematika. Teori Fisika banyak dinyatakan dalam notasi matematis, dan matematika yang digunakan biasanya lebih rumit dari pada matematika yang digunakan dalam bidang sains lainnya. Sehingga meskipun bukan bagian bidang sains, Matematika digolongkan serumpun dengan sains. Tanpa *tools* (perkakas) matematika hasil-hasil riset Fisika sulit untuk dikomunikasikan dan tanpa matematika akan mengalami kesulitan dalam mempelajari dan menganalisis tabir fenomena alam.

Matematika mengalir pada pembuluh darah ilmu alam seperti Fisika dan Astronomi. Bidang ini tak terbantahkan sangat erat kaitannya dengan dunia dan fenomena alam. Pentingnya matematika dalam ilmu alam ditegaskan oleh definisi yang diberikan oleh Galileo, yang menyatakan bahwa “*mathematics as a language in which God has written the world*”, yang berarti “matematika sebagai bahasa di mana Tuhan telah menulis dunia” (Tzanakis, 2000).

Karena digolongkan sebagai ilmu serumpun dan di bawah naungan Fakultas yang sama, maka mahasiswa prodi Pendidikan Matematika dan calon guru Matematika mendapatkan satu atau dua mata kuliah Fisika, salah satunya matakuliah Fisika Dasar. Adanya matakuliah Fisika Dasar ini sesungguhnya

sangat menguntungkan bagi mahasiswa calon guru Matematika, karena selain dapat menguasai pengetahuan dan keterampilan sains Fisika, para mahasiswa juga akan mengetahui betapa terpakainya bidang ilmu yang mereka geluti dalam cabang ilmu Fisika. Selain itu para mahasiswa juga akan mengetahui bahwa perkembangan ilmu Matematika yang digelutinya tidak lepas dari perkembangan sains terutama sains Fisika.

Hasil studi dokumen Rencana Pembelajaran Semester (RPS) matakuliah Fisika Dasar untuk mahasiswa Program Studi Pendidikan Matematika pada salah satu perguruan tinggi di Jawa Barat diperoleh informasi bahwa kompetensi yang ingin dimiliki mahasiswa setelah mengikuti perkuliahan Fisika Dasar antara lain: 1) mahasiswa calon guru Matematika dapat memahami materi ajar Fisika Dasar, 2) mahasiswa calon guru Matematika menguasai keterampilan proses sains, 3) mahasiswa calon guru Matematika memiliki sikap ilmiah, dan 4) mahasiswa calon guru Matematika menguasai kompetensi matematika.

Hasil studi dokumen tersebut menunjukkan bahwa meskipun matakuliahnya merupakan matakuliah Fisika tetapi kompetensi yang dibangun tidak semata yang terkait pengetahuan dan keterampilan serta sikap sains melainkan juga membangun kompetensi matematika. Menurut Niss (1999) dan OECD (2003) terdapat setidaknya delapan kompetensi matematika yang dapat dibekalkan melalui pembelajaran di kelas, antara lain: 1) *mathematical thinking skill*, 2) *mathematical argumentation skill*, 3) *modelling skill*, 4) *problem posing and solving skill*, 5) *representation skill*, 6) *symbolic, formal and technical skill*, 7) *communication skill*, dan 8) *aids and tools skill*. Sejalan dengan itu, *National Council of Teacher of Mathematics* (NCTM) (2000) merumuskan suatu kemampuan matematika yang disebut sebagai *mathematical power* (daya matematika) yang meliputi : (a) belajar untuk berkomunikasi (*mathematical communication*), (b) belajar untuk bernalar (*mathematical problem reasoning*), (c) belajar untuk memecahkan masalah (*mathematical problem solving*), (d) belajar untuk mengaitkan ide (*mathematical connection*), dan (e) belajar untuk merepresentatif'.

Dari sekian banyak kompetensi matematika yang dapat dibangun melalui perkuliahan Fisika Dasar, salah satunya adalah *representation skill* atau kemampuan membangun representasi. NCTM (2000) menegaskan bahwa *“Representation is central to the study of physics. Students can develop and deepen their understanding of physical concepts and relationships as they create, compare, and use various representations. Representations also help students communicate their thinking.”* Jelas bahwa kemampuan representasi ini amat penting dan merupakan target dari pembelajaran Fisika. Peserta didik dapat membangun dan mempertajam pemahaman terhadap konsep-konsep Fisika dan hubungan-hubungannya ketika mereka membuat, membandingkan dan menggunakan beragam representasi. Representasi juga dapat membantu peserta didik untuk mengkomunikasikan ide-ide mereka.

Diantara banyak modus representasi yang dikenal, dua jenis representasi yang dapat dibangun melalui pembelajaran Fisika adalah representasi grafik dan representasi matematik. Kemampuan mengkonstruksi kedua representasi ini sangat mungkin dibangun melalui perkuliahan Fisika Dasar. Suhandi (2012) mengungkapkan bahwa Fisika mempelajari fenomena alam dan berusaha memberikan penjelasan tentang hubungan antar besaran fisika yang terlibat dalam fenomena alam tersebut. Untuk mempermudah proses analisis dan penjelasan fenomena alam yang melibatkan hubungan antar variabel fisis tersebut seringkali melibatkan dua modus representasi tersebut. Dengan menggunakan representasi grafik maka hubungan fungsional antara besaran fisis yang terlibat dalam fenomena fisis dapat divisualkan secara konkrit. sehingga para mahasiswa akan dapat melihat secara jelas bentuk hubungan yang terjadi atau bentuk saling ketergantungan yang berlaku diantara variabel fisis yang terlibat. Dengan menggunakan representasi matematik, hubungan fungsional antara besaran fisis yang terlibat dalam suatu fenomena fisis dapat diformulasikan atau dirumuskan dalam suatu persamaan yang kompak dan sederhana. Sehingga para mahasiswa akan dapat melihat secara jelas fungsi matematika mana yang merepresentasikan fenomena fisika yang diamati. Karena konten-konten Fisika Dasar seringkali dinyatakan dalam representasi grafik dan matematik, maka sangat mungkin dalam

kegiatan perkuliahan Fisika Dasar, para mahasiswa calon guru Matematika akan mendapatkan pengalaman belajar berupa latihan mengkonstruksi representasi grafik dan matematik dari suatu fenomena fisika. Pengalaman belajar inilah yang memberikan peluang terhadap pembekalan salah satu kompetensi matematika yaitu kemampuan representasi. Jika ini dapat direalisasikan maka para mahasiswa calon guru matematika akan memandang sebagai nilai tambah yang dapat diperoleh oleh mahasiswa calon guru Matematika dari perkuliahan Fisika dasar. Adanya nilai tambah ini akan menjadi salah satu faktor yang dapat meningkatkan ketertarikan mereka untuk belajar Fisika Dasar.

Selain ketertarikan karena mengetahui adanya nilai tambah yang dapat mereka peroleh dari perkuliahan Fisika Dasar yaitu berupa pemerolehan kompetensi Matematika, para mahasiswa calon guru Matematika pun dapat disadarkan akan pentingnya Fisika bagi kehidupan mereka. Dengan mengetahui bahwa Fisika merupakan ilmu yang banyak mendasari pengembangan teknologi yang memudahkan manusia dalam mengarungi hidupnya, maka mereka akan menyadari bahwa Fisika itu penting untuk mereka pelajari. Untuk penyadaran ini maka diperlukan suatu pendekatan pembelajaran Fisika Dasar yang lebih bersifat kontekstual melalui penyajian contoh-contoh ilustrasi aplikasi konsep Fisika dalam konteks kehidupan mahasiswa. Jika mereka sadar bahwa tidak akan ada pesawat terbang yang merupakan alat transportasi yang amat cepat apabila tidak ada azas Bernoulli, Jika mereka sadar bahwa tidak akan ada alat-alat rumah tangga yang praktis seperti mesin cuci, setrika listrik, alat pendingin ruangan, kulkas dan lain-lain jika tidak ada konsep kelistrikan dan kalor, Jika mereka sadar bahwa tidak akan ada kapal laut dan galangan kapal jika tidak ada konsep hukum Archimedes, maka mereka akan sadar betapa pentingnya Fisika bagi kehidupan mereka. Tak sedetik pun dari kehidupan mereka yang lepas dari Fisika, dalam tidurnya banyak aplikasi Fisika, penggunaan selimut dan penggunaan spring bed itu semua dasarnya konsep Fisika. Ketika mandi juga banyak konsep Fisika teraplikasikan, penggunaan air hangat, penggunaan sabun mandi, dan penggunaan handuk itu semua dasar konsepnya Fisika. Ketika berdandan di depan cermin juga mengaplikasikan konsep Fisika yaitu konsep optika. Ketika berkendara ke tempat

kerja atau ke sekolah juga banyak konsep Fisika yang teraplikasikan terutama konsep mekanika. Dalam membangun rumah, jalan, jembatan dan gedung-gedung pencakar langit juga banyak diaplikasikan konsep Fisika. Bahkan dalam tubuh manusia itu sendiri banyak mekanisme yang mengaplikasikan konsep Fisika, sistem pernapasan menggunakan hukum Boyle, Sistem peredaran darah menggunakan hukum Bernoulli, sistem syaraf menggunakan konsep kelistrikan, dan sistem penglihatan menggunakan konsep optik. Semua manusia termasuk mahasiswa calon guru Matematika, setiap saat menggunakan konsep Fisika. Jika ini diungkapkan dalam pembelajaran Fisika niscaya para mahasiswa akan mengetahui pentingnya Fisika bagi kehidupan mereka.

## **B. Identifikasi Masalah**

Namun demikian pada kenyataannya kegiatan perkuliahan Fisika Dasar untuk mahasiswa prodi Pendidikan Matematika yang diselenggarakan di salah satu perguruan tinggi di Provinsi Jawa Barat belum sepenuhnya sesuai dengan yang diharapkan. Hasil observasi terhadap proses dan hasil perkuliahan yang dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Matematika perguruan tinggi tersebut menunjukkan bahwa perkuliahan Fisika Dasar yang dilaksanakan belum diorientasikan pada pembekalan kompetensi matematika seperti kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan matematik dari suatu fenomena fisis. Perkuliahan Fisika Dasar masih berorientasi pada pembekalan pengetahuan tentang Fisika. Metode perkuliahan yang digunakan masih bersifat *teacher centered* dimana dosen sebagai pusat kegiatan pembelajaran berperan sebagai pentransfer pengetahuan. Komunikasi satu arah dari dosen ke mahasiswa berupa paparan verbal dari konsep, hukum, prinsip dan fakta fisika yang cenderung penyampaian informasi masih mendominasi kegiatan perkuliahan. Mahasiswa pasif mendengar dan menyimak paparan dosen, sesekali mereka merespons pertanyaan yang diajukan dosen kemudian berlatih menyelesaikan soal-soal. Model perkuliahan yang digunakan dapat digolongkan perkuliahan tradisional. Dosen jarang sekali menyajikan fenomena fisis dengan menggunakan bantuan

ragam media baik media riil maupun media virtuil. Dosen jarang sekali menampilkan data-data pengamatan untuk dianalisis dengan dengan melibatkan berbagai representasi. Dosen juga jarang sekali menyajikan ilustrasi dan pernyataan yang eksplisit bahwa hampir semua fungsi yang dikenal dalam ilmu matematika itu dapat merepresentasikan berbagai fenomena fisis di alam. Misalnya fungsi trigonometri dalam matematika sangat erat kaitannya dengan fenomena gerak osilasi atau vibrasi dalam Fisika. Fungsi eksponensial erat kaitannya dengan fenomena-fenomena peluruhan unsur radioaktif dan fenomena hambatan listrik bahan. Fungsi linier erat kaitannya dengan fenomena rangkaian listrik, fenomena gerak benda, fenomena tekanan fluida dan lain-lain. Konsep percerminan erat kaitannya dengan fenomena optik.

Dengan proses perkuliahan Fisika dasar seperti itu sudah tentu tidak bisa diharapkan untuk memberikan nilai tambah berupa pembekalan kompetensi matematika. Sehingga sangat wajar apabila kemudian para mahasiswa kurang tertarik untuk belajar Fisika dan capaian hasil belajarnya berada dalam kategori rendah. Bukti nyata dari proses perkuliahan yang bersifat tradisional tidak bisa terlalu diharapkan untuk menanamkan kemampuan memahami materi ajar dan membekalkan kompetensi Matematika, dapat dilihat dari capaian hasil perkuliahan Fisika Dasar selama ini. Hasil survey kemampuan memahami materi ajar dan kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik yang dimiliki mahasiswa calon guru Matematika setelah mereka mengikuti kegiatan perkuliahan Fisika Dasar secara reguler menggunakan model pembelajaran tradisional di salah satu perguruan tinggi swasta di Jawa Barat yang dijaring melalui penyelenggaraan tes dapat dilihat pada Tabel 1.1 (Kurniawan, 2016)

Tabel 1.1. Keadaan kemampuan mahasiswa calon guru Matematika setelah mengikuti perkuliahan Fisika Dasar menggunakan pola pembelajaran tradisional.

No	Jenis Kemampuan	Rata-Rata skor	Kategori Kemampuan
1	Memahami materi ajar fisika dasar	45,4	Rendah

2	Membangun representasi grafik dari suatu fenomena fisis yang diamati	40,2	Rendah
3	Membangun model matematik dari suatu fenomena fisis yang diamati	36,6	Rendah

Dari hasil survey tersebut tampak bahwa capaian hasil perkuliahan Fisika Dasar dalam kompetensi pemahaman materi ajar, kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik masih tergolong rendah. Selain survey tentang capaian hasil perkuliahan dalam tiga kompetensi tersebut, juga dilakukan penjarangan sikap mahasiswa program studi Pendidikan Matematika terhadap Fisika dan pembelajaran Fisika, dengan cara menyebarkan skala sikap mahasiswa terhadap Fisika (*attitude toward physics scale*) kepada para mahasiswa calon guru Matematika yang mengontrak matakuliah Fisika Dasar. Hasil penjarangan sikap mahasiswa calon guru Matematika terhadap Fisika menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa calon guru Matematika (74%) menyatakan tidak tertarik untuk mengikuti perkuliahan Fisika Dasar, dan sebagian besar mahasiswa calon guru Matematika (78%) menyatakan Fisika itu tidak penting bagi mahasiswa program studi Pendidikan Matematika. Hasil penjarangan tersebut secara langsung menunjukkan sikap mahasiswa yang kurang positif terhadap Fisika. Ketika mahasiswa memandang suatu mata kuliah kurang penting, maka sudah pasti minat dan motivasi yang mereka miliki untuk mengikuti perkuliahan Fisika Dasar juga akan rendah. Rendahnya minat dan motivasi ini akan berefek secara langsung pada etos belajar mahasiswa yang pada ujungnya akan berpengaruh pada rendahnya hasil belajar Fisika Dasar yang dicapai mahasiswa. Nampaknya kedua hasil survey tersebut ada saling keterkaitan, yakni rendahnya capaian hasil perkuliahan Fisika Dasar erat kaitannya dengan sikap mahasiswa terhadap Fisika yang cenderung negatif.

Perlu dilakukan reorientasi pada tujuan perkuliahan Fisika Dasar untuk mahasiswa calon guru Matematika, yang semula hanya diorientasikan pada penanaman pengetahuan dan keterampilan sains Fisika, juga diorientasikan pada

pembekalan kompetensi matematika yang menjadi kebutuhan para mahasiswa calon guru Matematika. Dengan adanya reorientasi tujuan tersebut diharapkan para mahasiswa calon guru Matematika akan lebih tertarik dan termotivasi untuk mempelajari Fisika, karena ada sesuatu yang mereka butuhkan dapat dipenuhi dari perkuliahan Fisika Dasar. Dengan tumbuhnya motivasi belajar Fisika, maka diharapkan capaian hasil belajar Fisikanya akan lebih baik.

Agar program perkuliahan Fisika Dasar yang dikembangkan betul-betul dapat memfasilitasi penanaman pemahaman materi ajar Fisika dan membangun kompetensi matematika, maka perlu dipertimbangkan isi (konten) dan aktivitas-aktivitas dari program perkuliahan Fisika Dasar dan perangkat pendukungnya yang relevan. Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan pada program perkuliahan Fisika Dasar untuk mahasiswa calon guru Matematika, agar betul-betul dapat menunjang pada pencapaian kompetensi-kompetensi tersebut, antara lain: *Pertama*, karena pembekalan kemampuan membangun model matematik dan representasi grafik dapat dilakukan ketika mahasiswa dihadapkan pada tugas membuat representasi grafik dan matematik dari suatu tabulasi data yang didapat dari hasil percobaan (praktikum), maka sangat tepat apabila pada program perkuliahan Fisika Dasar yang dikembangkan menggunakan metode praktikum; *Kedua*, karena konstruksi representasi grafik dan model matematika berbasis data penyelidikan yang berorientasi penemuan, maka kegiatan percobaan yang dilaksanakan harus menggunakan pendekatan inkuiri; *Ketiga*, perlu ada tahap-tahap kegiatan yang secara nyata menstimulus kemampuan representasi, seperti tahap penyajian fenomena fisis, tahap identifikasi variabel bebas dan terikat yang terlibat dalam fenomena fisis yang diamati, tahap pengajuan hipotesis mengenai bentuk hubungan antar variabel fisis yang terlibat dalam fenomena, tahap aktivitas pembuatan konjektur, tahap pengumpulan data, tahap konstruksi, dan tahap interpretasi dan generalisasi hasil kegiatan praktikum; Keempat perlu dukungan media dan alat praktikum yang dapat menghasilkan data akurat, baik alat riil maupun alat virtual (maya). Sedangkan untuk menunjukkan pentingnya Fisika bagi kehidupan para mahasiswa dan bagi keilmuan Matematika, maka dalam



program perkuliahan Fisika Dasar perlu banyak disajikan aspek-aspek kontekstual.

Karena desain program perkuliahan Fisika Dasar yang dikembangkan selain diorientasikan pada penanaman pemahaman materi Fisika Dasar juga diorientasikan pada pembekalan kompetensi matematika yaitu kemampuan konstruksi representasi grafik dan model matematik terkait suatu fenomena fisis, maka selanjutnya program perkuliahan Fisika Dasar yang dikembangkan pada penelitian ini diberi istilah PPF-BKRGM yang merupakan kependekan dari Program Perkuliahan Fisika Dasar Berorientasi Pembekalan Kemampuan Mengkonstruksi Representasi Grafik dan Model Matematik.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen-komponen dan unsur-unsur yang tercakup dalam PPF-BKRGM memiliki potensi yang baik dalam menanamkan pemahaman materi ajar dan membekalkan kemampuan representasi. Gabel (1999) menyatakan bahwa beberapa strategi pembelajaran yang efektif untuk menanamkan pemahaman materi ajar sains, antara lain: 1) *Learning Cycle Approach*, 2) *Science/Technology/ Society*, 3) *Real-Life Situations*, 4) *Discrepant Events*, 5) *Analogies*, 6) *Collaborative Learning*, 7) *Wait-Time*, 8) *Concept Mapping*, 9) *Inquiry*, dan 10) *Mathematical Problem Solving*. Terkait inkuiri, Gabel (1999) lebih lanjut menyatakan bahwa dalam inkuiri tercakup tahapan-tahapan proses seperti; *making observations, inferences, or predictions; classifying; controlling variables; measuring; and making charts and graphs) to draw conclusions. Students can use inquiry not only to deepen their conceptual understanding of a given topic, but also to learn the same processes that scientists use in discovering new knowledge.*

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hussain dkk (2011) menunjukkan penggunaan saintifik inkuiri dalam pembelajaran Fisika dapat lebih meningkatkan capaian hasil belajar dalam ranah pemahaman materi dibanding penggunaan pembelajaran tradisional. Terkait aktivitas kegiatan praktikum dalam pembelajaran inkuiri, wenning (2006) menyatakan bahwa aktivitas praktikum yang berorientasi penemuan dalam kegiatan perkuliahan Fisika dapat membekalkan kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan representasi

matematik. Terkait penggunaan praktikum maya (*virtual laboratory*), hasil penelitian yang dilakukan Weimann & Perkins (2005) menunjukkan bahwa kelebihan penggunaan praktikum maya dibanding praktikum riil adalah dalam hal kemampuan memvisualkan fenomena yang abstrak dan mikroskopis serta dapat memberikan data akurat yang dapat digunakan untuk mengkonstruksi hubungan antar variabel yang diselidiki secara lebih tepat. Terkait dengan penyajian konteks dalam pembelajaran Fisika, Sjorberg (2000) menyatakan bahwa penggunaan konteks seperti penyajian fenomena alam atau fenomena teknologi dapat meningkatkan ketertarikan peserta didik untuk belajar fisika. Sedangkan terkait dengan penggunaan bantuan software pengolah data dalam analisis data hasil praktikum, Peter (2000) menyatakan bahwa penggunaan bantuan microsoft excell dalam proses analisis data hasil praktikum dapat membantu peserta didik dalam menyatakan hubungan antara variabel yang diselidiki dalam representasi grafik dan matematik, sehingga peserta didik dapat lebih memahami hubungan antar konsep yang terlibat dalam konteks yang diselidiki.

Untuk mewujudkan gagasan-gagasan sebagaimana dipaparkan di atas, maka melalui penelitian disertasi ini telah dilakukan kegiatan *research and development* untuk menghasilkan produk PPF-BRKGGM untuk perkuliahan Fisika Dasar bagi mahasiswa calon guru Matematika. Diantara program-program perkuliahan Fisika Dasar yang sudah eksis, program PPF-BRKGGM memiliki kekhasan dalam hal orientasi kompetensi yang dibekalkan yaitu berorientasi pada pembekalan kompetensi Matematika, yang secara khusus pada kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematika terkait suatu fenomena fisis. Kekhasan yang dimiliki oleh program PPF-BRKGGM ini dapat diklaim sebagai unsur kebaruan (*originality*) dari produk yang dihasilkan. Untuk mendapatkan gambaran tentang potensi program PPF-BRKGGM dalam membekalkan kompetensi Matematika tersebut pada mahasiswa calon guru matematika, maka pada penelitian ini juga dilakukan studi efek penggunaan program PPF-BRKGGM dalam kegiatan perkuliahan Fisika Dasar pada mahasiswa calon guru Matematika terhadap peningkatan kemampuan memahami materi ajar,

kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik dari suatu fenomena fisis.

### **C. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan, maka masalah penelitian ini dirumuskan sebagai berikut : “Apakah Program Perkuliahan Fisika Dasar yang dikembangkan memiliki efektivitas yang tinggi dalam meningkatkan pemahaman materi ajar Fisika, meningkatkan kemampuan konstruksi representasi grafik dan model matematik dari suatu fenomena fisis, serta memperbaiki sikap mahasiswa calon guru matematika terhadap Fisika?”

Berdasarkan rumusan masalah di atas dapat dirumuskan beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik PPF-BKRGM yang dikembangkan untuk menanamkan pemahaman materi ajar Fisika Dasar, melatih kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik dari suatu fenomena fisis serta memperbaiki sikap mahasiswa calon guru Matematika terhadap Fisika ?
2. Bagaimanakah efektivitas PPF-BKRGM yang dikembangkan dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa calon guru Matematika terhadap materi ajar Fisika Dasar?
3. Bagaimana efektivitas PPF-BKRGM yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan mahasiswa calon guru Matematika dalam mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik terkait suatu fenomena fisis?
4. Bagaimana efektivitas PPF-BKRGM yang dikembangkan dalam memperbaiki sikap mahasiswa calon guru Matematika terhadap Fisika?
5. Bagaimana korelasi antara peningkatan pemahaman materi ajar Fisika Dasar dengan peningkatan kemampuan membangun representasi?

6. Bagaimana pengaruh penggunaan PPF-BKRGM dalam perkuliahan fisika dasar terhadap peningkatan pemahaman materi ajar, kemampuan konstruksi representasi grafik dan kemampuan membangun model matematik?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Menghasilkan produk PPF-BRKGGM yang valid dan teruji beserta gambaran karakteristiknya untuk perkuliahan Fisika Dasar untuk mahasiswa calon guru Matematika yang dapat menanamkan pemahaman materi ajar Fisika Dasar, membekalkan kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik, serta memperbaiki sikap mahasiswa calon guru Matematika terhadap Fisika.
2. Mendapatkan gambaran tentang efektivitas PPF-BKRGGM yang dikembangkan dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa calon guru Matematika terhadap materi ajar Fisika Dasar.
3. Mendapatkan gambaran tentang efektivitas PPF-BKRGGM yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan mahasiswa calon guru Matematika dalam mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik terkait suatu fenomena fisis.
4. Mendapatkan gambaran tentang efektivitas PPF-BKRGGM yang dikembangkan dalam memperbaiki sikap mahasiswa calon guru Matematika terhadap Fisika.
5. Mendapatkan gambaran tentang korelasi antara peningkatan pemahaman materi ajar Fisika Dasar dengan peningkatan kemampuan mengkonstruksi representasi.
6. Mendapatkan gambaran tentang pengaruh penggunaan PPF=BKRGGM dalam perkuliahan fisika dasar terhadap peningkatan pemahaman materi ajar, kemampuan konstruksi representasi grafik dan kemampuan membangun model matematik.

### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya baik dari segi teoretis maupun praktis.

### 1. *Manfaat Praktis*

PPF-BKRGM yang dikembangkan dapat digunakan secara langsung oleh para dosen pengampu mata kuliah Fisika Dasar untuk mahasiswa calon guru Matematika sebagai wahana untuk menanamkan pemahaman materi ajar Fisika Dasar, membekalkan kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik bagi mahasiswa calon guru Matematika.

### 2. *Manfaat teoretis*

Konsep-konsep serta teori-teori yang digunakan dalam pengembangan PPF-BKRGM dan konsep-konsep baru yang dihasilkan dari pengembangan PPF-BKRGM dapat digunakan sebagai dasar dalam mengembangkan produk sejenis oleh para peneliti selanjutnya. Selain itu produk PPF-BKRGM yang dihasilkan dapat memperkaya khasanah program-program perkuliahan Fisika Dasar yang telah dikembangkan sebelumnya yang diorientasikan pada pencapaian tujuan tertentu.

## **E. Definisi Operasional**

Untuk menghindari kesalahpahaman dalam penggunaan beberapa istilah yang digunakan dalam penelitian ini, dilakukan pendefinisian secara operasional dari setiap istilah yang digunakan sebagai berikut :

1. Pengembangan PPF-BRKGGM dalam penelitian ini didefinisikan sebagai kegiatan riset dan pengembangan yang dilakukan untuk menghasilkan produk PPF-BRKGGM untuk keperluan perkuliahan Fisika Dasar bagi mahasiswa calon guru Matematika. Proses pengembangannya dilakukan dengan tahapan perancangan, pembuatan, validasi dan uji implementasi secara rekursif hingga diperoleh produk PPF-BRKGGM yang valid dan teruji yang ditandai oleh beberapa indikator capaian, sebagai berikut: 1) dapat meningkatkan pemahaman materi ajar Fisika Dasar, kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik dalam kategori peningkatan tinggi

serta dapat meningkatkan jumlah mahasiswa calon guru Matematika yang tertarik pada Fisika dan memiliki pandangan Fisika itu bagi mereka dengan kategori peningkatan tinggi.

2. PPF-BRKGGM didefinisikan sebagai suatu program kegiatan perkuliahan Fisika Dasar yang terdiri atas konten dan proses (aktivitas) yang dikonstruksi untuk perkuliahan Fisika Dasar bagi mahasiswa calon guru Matematika berorientasi peningkatan pemahaman materi ajar serta kemampuan mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik. Konten PPF-BRKGGM terdiri atas kinematika partikel, dinamika partikel, fluida statis, rangkaian listrik searah, dan lain-lain. Sedangkan proses (aktivitas) program menggunakan metode praktikum dan pendekatan inkuiri. Pendekatan ini diterapkan dalam skema program perkuliahan Fisika Dasar berbasis fenomena Fisis yang mencakup kegiatan: (1) Penyajian fenomena fisis relevan, (2) Identifikasi variabel fisis pada fenomena yang diamati, (3) Mengajukan hipotesis, (4) Merencanakan dan melaksanakan kegiatan praktikum berorientasi penemuan menggunakan praktikum maya, (5) Membuat Konjektur berdasarkan data hasil praktikum, (6) Mengkonstruksi representasi grafik dan model matematik berdasarkan data hasil percobaan menggunakan bantuan software pengolah data, dan (7) Interpretasi dan generalisasi. Keterlaksanaan tahapan-tahapan PPF-BRKGGM dalam perkuliahan Fisika Dasar diamati melalui kegiatan observasi dengan panduan lembar observasi.
3. Pemahaman materi ajar Fisika Dasar didefinisikan sebagai kemampuan memaknai materi ajar Fisika Dasar yang mencakup konsep, hukum, prinsip dan teori Fisika Dasar yang diindikasikan oleh berbagai kemampuan diantaranya kemampuan menafsirkan, mencontohkan, menggolongkan, membandingkan dan menjelaskan. Kemampuan memahami materi ajar Fisika Dasar mahasiswa calon guru matematika diukur dengan menggunakan tes kemampuan memahami materi ajar Fisika Dasar dalam bentuk pilihan ganda. Peningkatan kemampuan memahami materi ajar Fisika Dasar antara sebelum dan setelah implementasi PPF-BKRGGM yang dikembangkan ditentukan

dengan menggunakan konsep rata-rata gain dinormalisasi,  $\langle g \rangle$ , yang dirumuskan oleh Hake (1999).

4. Kemampuan mengkonstruksi representasi grafik adalah kemampuan mahasiswa calon guru Matematika dalam melukiskan grafik fungsi yang menggambarkan hubungan fungsional antara variabel-variabel atau besaran-besaran fisika yang terlibat dalam suatu fenomena fisis yang diamati. Kemampuan mengkonstruksi representasi grafis mahasiswa calon guru Matematika diukur dengan menggunakan tes kemampuan representasi grafik dalam bentuk esai. Peningkatan kemampuan representasi grafik antara sebelum dan setelah implementasi PPF-BKRGM yang dikembangkan ditentukan dengan menggunakan konsep rata-rata gain dinormalisasi,  $\langle g \rangle$ , yang dirumuskan oleh Hake (1999).
5. Kemampuan mengkonstruksi model (representasi) matematik adalah kemampuan mahasiswa calon guru Matematika dalam membuat perumusan atau persamaan atau model matematika dari suatu fenomena fisis yang diamati yang mengkoneksikan variabel-variabel atau besaran-besaran fisika yang terlibat dalam fenomena fisis tersebut. Kemampuan mengkonstruksi model matematik mahasiswa calon guru Matematika diukur dengan menggunakan tes kemampuan mengkonstruksi model matematika dalam bentuk esai. Peningkatan kemampuan mengkonstruksi model matematika antara sebelum dan setelah implementasi PPF-BKRGM yang dikembangkan ditentukan dengan menggunakan konsep rata-rata gain dinormalisasi,  $\langle g \rangle$ , yang dirumuskan oleh Hake (1999).

## **F . Sistematika Penulisan Disertasi**

Seluruh isi disertasi ini disajikan dan diorganisasi dalam lima Bab, yaitu Bab I sampai dengan Bab V. Masing-masing Bab berisi paparan tentang: Bab I menyajikan latar belakang dilakukannya penelitian disertasi tentang pengembangan PPF-BKRGM yang didalamnya mencakup latar belakang, identifikasi masalah serta tawaran solusi atas masalah yang dihadapi, Bab II memaparkan tentang kajian pustaka yang mencakup kajian teori dan kajian hasil

penelitian relevan yang menjadi rujukan pengembangan PPF-BRKGM untuk perkuliahan Fisika Dasar bagi mahasiswa calon guru Matematika, seperti: kajian tentang karakteristik Fisika, kajian tentang peran dan fungsi Matematika dalam ilmu Fisika, Kajian tentang penggunaan multi modus representasi dalam Fisika, kajian tentang pemahaman materi ajar dan kajian tentang teori-teori belajar dan pembelajaran yang relevan, serta kerangka pikir penelitian, Bab III menyajikan metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian disertasi ini yang mencakup desain dan metode penelitian, lokasi dan subyek penelitian, instrumen penelitian serta teknik pengolahan dan analisis data, Bab IV memaparkan hasil penelitian dan pembahasannya, dan Bab V menyajikan simpulan penelitian, implikasi dan rekomendasi untuk kegiatan penelitian lebih lanjut.