

BAB II

DESAIN PENGEMBANGAN PROGRAM PERKULIAHAN

LABORATORIUM FISIKA SEKOLAH II

A. Bagaimana Sebaiknya Fisika Diajarkan

Kesadaran tentang pengajaran sains yang tidak hanya berorientasi pada produk, tetapi juga proses memberikan indikasi bahwa proses pengajaran sains suatu hal yang penting, proses sains memberikan pengalaman dan pembekalan bagi peserta didik. Oleh karena itu berbagai keterampilan yang terkait dengan proses sains perlu dilatihkan melalui proses pembelajaran. Menghadapi hal ini, kurikulum 2006 telah menjelaskan bagaimana seharusnya sains diajarkan.

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berkaitan dengan cara mencari tahu tentang fenomena alam secara sistematis, sehingga IPA bukan hanya penguasaan sekumpulan pengetahuan yang berupa fakta-fakta, konsep-konsep, atau prinsip-prinsip saja tetapi juga merupakan suatu proses penemuan. Pendidikan IPA diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar, serta prospek pengembangan lebih lanjut dalam menerapkannya di dalam kehidupan sehari-hari. Proses pembelajaran menekankan pada pemberian pengalaman langsung untuk mengembangkan kompetensi agar peserta didik menjelajahi dan memahami alam sekitar secara ilmiah. Pendidikan IPA diarahkan untuk mencari tahu dan berbuat sehingga dapat membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar (KTSP 2006).

Fisika merupakan bagian dari materi sains dengan karakter unik, dimana fisika dapat menampilkan fenomena dalam waktu singkat dan mudah diulang. Karakteristik ini memberikan inspirasi agar proses pembelajaran menggunakan fenomena fisika, sehingga pengajaran fisika lebih nyata, sederhana, dan mudah

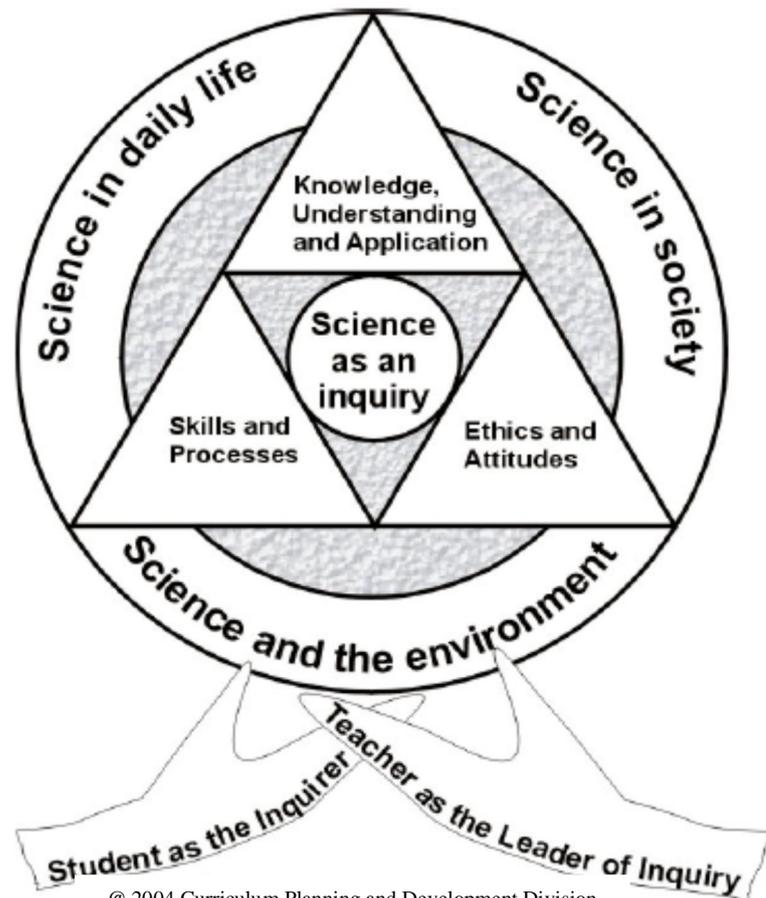
dimengerti. Dengan demikian fisika dapat dijadikan sebagai sarana untuk membangun pengetahuan, kemampuan dan ketrampilan.

Berdasarkan studi analisis pengajaran sains di beberapa negara dengan peringkat TIMSS tinggi, Eckert (2008) menggambarkan arah pengajaran sains seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 *Distinctive approaches to science instruction in five country*

Country	Distinctive Approaches to Science Instruction
Jepang, the top-performing country in the video study	<i>focuses science instruction on inquiry-oriented, inductive lessons that seek to connect ideas and evidence. However, this finding points to one of the criticisms of the TIMSS video study in that the Japanese study did not include juku schools, private schools that the majority of secondary students attend after the typical state school day (Brown, 1999).</i>
The Czech Republic	<i>focuses instruction on talking about science through whole-class presentations and discussions.</i>
Netherlands	<i>focus instruction on independent science learning through homework, independent investigation, and reading.</i>
Australian	<i>eighth-grade classrooms attempt to make connections between main ideas and real-life issues.</i>
US	<i>classrooms implement a variety of activities and techniques to attempt to communicate concepts.</i>

Pengajaran sains difokuskan pada aktivitas, agar siswa berinteraksi secara aktif untuk melatih berbagai kemampuan yang diperlukan. Hal yang sama dilakukan di Singapura, dimana *frameworks* kurikulum sains memiliki pola seperti yang diperlihatkan oleh Gambar 2.1.



@ 2004 Curriculum Planning and Development Division
Ministry of Education, Singapore

Gambar 2.1 *Framework Kurikulum Sains Negara Singapura, Science Syllabus Primary 2008, Ministry of Education–SINGAPORE (2007)*

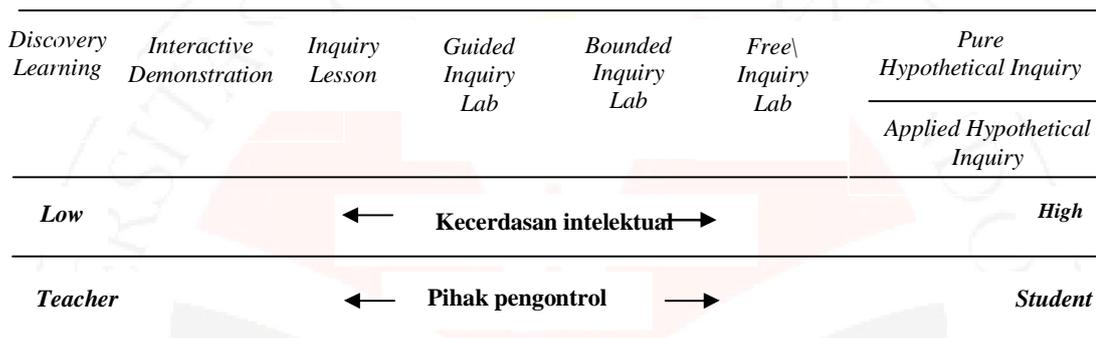
Framework kurikulum sains negara Singapura dikembangkan berdasarkan *the Policy Framework for the Teaching and Learning of Science*. Kurikulum ini bertujuan untuk mempersiapkan warga negaranya agar memiliki kemampuan yang cukup sebagai warga negara, mampu menempatkan diri dan berkontribusi untuk kemajuan teknologi di dunia. Fokus dari *framework* kurikulum adalah membangun kemampuan berinkuiri dimana guru sebagai fasilitator dan bertugas sebagai model pembelajaran inkuiri di kelas. Domain inkuiri yang dibangun meliputi: (a) *Knowledge, Understanding and Application*, (b) *Skills and Processes* (c) *Ethics and Attitudes*. Kurikulum dirancang untuk memungkinkan siswa melihat penerapan sains sebagai sesuatu yang bermakna dan bermanfaat.

Namun, kita sering menemukan kegagalan-kegagalan dalam pembelajaran inkuiri. Kegagalan tersebut disebabkan banyaknya kelemahan dalam pembelajaran inkuiri yang selama ini telah dilaksanakan oleh guru. Menurut Wenning (2006), kelemahan-kelemahan tersebut di antaranya:

1. Proses *scientific inquiry* sering diperkenalkan sebagai gabungan yang tidak terorganisasi, maksudnya pelaksanaan tahap-tahap pada kegiatan inkuiri dilakukan secara parsial meskipun memiliki prosedur yang saling berhubungan, sebagian guru melakukan proses inkuiri secara tidak teratur, dimana kegiatan inkuiri yang dilaksanakan tidak berdasarkan pada pengalaman dan kemampuan belajar siswa.
2. Guru tidak mengetahui perbedaan antara setiap tahapan dalam proses inkuiri, sehingga guru tidak dapat memberikan pembelajaran yang tepat kepada siswa sesuai dengan kemampuan siswa.
3. Guru tidak memiliki pengetahuan yang cukup tentang bagaimana mengajarkan siswa untuk melakukan sains (*do science*), hal ini berhubungan dengan pengalaman guru ketika menuntut ilmu di perguruan tinggi, salah satunya karena dosen tidak mengajarkannya kepada calon guru tersebut.
4. Sebagian guru kurang memiliki persiapan untuk melakukan inkuiri, hal ini disebabkan karena adanya kemalasan dalam melakukan persiapan, serta adanya rasa percaya diri yang berlebihan.

Untuk mengatasi kelemahan-kelemahan yang terdapat dalam pembelajaran inkuiri ialah dengan menerapkan sebuah hierarki kegiatan pembelajaran inkuiri sains (*inquiry science oriented*). Hierarki pembelajaran inkuiri tersebut digunakan

untuk menentukan tahap-tahap kegiatan pembelajaran inkuiri agar kegiatan pembelajaran inkuiri berlangsung secara sistematis dan efektif. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, Wenning memberikan solusi adanya sebuah hierarki pembelajaran inkuiri. Dalam jurnalnya, dijelaskan bahwa hierarki ini dikembangkan berdasarkan hierarki yang pernah dibuat oleh orang lain yang kemudian disempurnakan. Adapun hierarki yang telah disempurnakan tersebut tercantum dalam diagram pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Hirarki Inkuiri (Wenning's, 2005)

Pelaksanaan kegiatan inkuiri dari bagian kiri ke bagian kanan, dimana pada bagian paling kiri diperlukan kecerdasan yang rendah sedangkan pada bagian paling kanan diperlukan kecerdasan yang tinggi. Begitu pula perubahan pihak pengontrol dari guru ke siswa bergerak dari kiri ke kanan, dimana bagian paling kiri guru lebih banyak mengontrol dan siswa bersifat lebih pasif sedangkan bagian paling kanan siswa lebih banyak mengontrol pembelajaran dan guru hanya mendampingi dan mengawasi pembelajaran.

Berdasarkan gambaran *Hirarki of Inquiry* yang dikembangkan oleh Wenning, kegiatan laboratorium menduduki peran yang penting, melakukan pengamatan, mengembangkan pertanyaan, membangun prosedur, bereksperimen

untuk menjawab hipotesa dan melaporkan hasil. Agar guru dapat mengajarkan siswa untuk membangun potensi dirinya, guru hendaknya mendapatkan pembekalan yang cukup melalui *learning by example* dan *learning by doing* dimana kelak mereka akan mengembangkan proses pembelajaran berdasarkan pengalaman yang telah mereka peroleh.

B. Pentingnya Bereksperimen dan Kemampuan yang Dibangun dalam

Bereksperimen

Dalam proses pembelajaran sains kegiatan bereksperimen merupakan hal yang sangat penting. Seperti apa yang diungkapkan oleh Richard Feynman (An. 1998;1) mengemukakan gambaran pentingnya eksperimen dalam pengembangan pengetahuan.

"The test of all knowledge is experiment. Experiment is the sole judge of scientific "truth." But what is the source of knowledge? Where do the laws that are to be tested come from? Experiment, itself, helps to produce these laws, in the sense that it gives us hints. But also needed is imagination to create from these hints the great generalization - to guess at the wonderful, simple, but very strange patterns beneath them all. And to experiment to check again whether we have made the right guess ."

Menurut *American Association of Physics Teachers* (1998), tujuan dari kegiatan laboratorium fisika bagi siswa adalah: *The Art of Experiment* (memberikan pengalaman dan mengembangkan kemampuan meramalkan), *Experimental and analytical skills* (mengembangkan kemampuan dasar bereksperimen dan kemampuan analisa), *Conceptual learning* (membantu dalam memahami konsep fisika), *Understanding the Basic of Knowledge in Physics* (memahami konsep melalui proses observasi serta membedakan antara kesimpulan berdasarkan teori dan hasil eksperimen), *Developing Collaborative*

learning skills (mengembangkan kemampuan kerjasama). Sejalan dengan hal ini, Broto Siswoyo (2000) menggambarkan sejumlah kemampuan yang dikembangkan dalam melaksanakan kegiatan eksperimen yang terbagi menjadi tiga bagian:

1. Kemampuan dalam menyiapkan kegiatan eksperimen

Kemampuan menyiapkan kegiatan eksperimen, antara lain: menggambarkan fenomena sains, menggambarkan karakteristik *scientific theory*, menggunakan hubungan matematik untuk meramalkan gambaran hasil observasi dan eksperimen, merumuskan hasil melalui estimasi, aproksimasi dan *order of magnitude*, mencari informasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan hubungan antar variabel dan menambahkan informasi untuk menetapkan hubungan sebab akibat, mengidentifikasi variabel-variabel terkait, membuat prediksi berdasarkan asumsi yang diperoleh dari hasil hipotesis dan situasi eksperimen yang dibayangkan, serta mendesain eksperimen (menentukan prosedur dan langkah pengolahan data).

2. Kemampuan dalam melaksanakan kegiatan eksperimen

Kemampuan dalam melaksanakan kegiatan eksperimen terdiri dari enam kemampuan yaitu: merancang atau mengeset alat eksperimen, memahami spesifikasi alat ukur yang diperlukan, mengetahui kondisi pengukuran, membaca satuan, menuliskan data eksperimen, melaporkan data hasil eksperimen dan bekerjasama.

3. Kemampuan dalam melaporkan hasil kegiatan eksperimen

Adapun kemampuan melaporkan hasil kegiatan eksperimen terdiri dari: melakukan pengolahan data dan melaporkan hasil, menginterpretasikan dan

mengobservasi data untuk menunjukkan adanya hubungan antar variabel dan kecenderungan data, menjelaskan pemahaman dasar tentang kesalahan eksperimen dan menganalisis kesalahan eksperimen tersebut, mengorganisasi dan mengkomunikasikan hasil dari observasi dan eksperimen, baik secara kualitatif maupun kuantitatif, terampil menggunakan bahasa lisan maupun tulisan, serta menyimpulkan hasil eksperimen.

Laboratory Report America (2005) menyatakan bahwa kemampuan yang dikembangkan dalam laboratorium sains di sekolah dapat membantu memperbaiki pemahaman dan pengertian tentang sains, mempersiapkan ilmuwan melalui kegiatan laboratorium. Aktivitas kegiatan ilmuwan di laboratorium dapat dijelaskan melalui Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Aktivitas kegiatan ilmuwan di laboratorium

No	Kemampuan yang dikembangkan	Penjelasan
1	Mengembangkan pertanyaan penelitian/penyelidikan	Kemampuan ini merupakan langkah awal yang sulit, seperti mendefinisikan pertanyaan penelitian berdasarkan informasi dan data yang terkumpul, pengetahuan/teori/hukum. Pertanyaan ini sangat penting untuk mengarahkan tujuan penelitian/penyelidikan Dunbar (1993, 2000); Merton dan Barber (2004).
2	Merumuskan hipotesa	Merumuskan hipotesa untuk diuji berkaitan dengan pertanyaan penelitian yang diajukan (Davies, 2001).
3	Mempersiapkan eksperimen	Mempersiapkan kegiatan eksperimen terdiri dari: memahami konsep, merancang alat-alat, merancang prosedur untuk menggambarkan arah jawaban pertanyaan penelitian.
4	Melakukan pengamatan, mengumpulkan data, dan analisa data	Melakukan pengamatan, menggunakan berbagai peralatan dan prosedur pengamatan untuk mengumpulkan data, mendapatkan pola dan kemungkinan dampak hubungan dari studi sebelumnya. Observasi didasarkan oleh teori untuk menguji hipotesa atau hanya mengamati fenomena saja (Duschl, 2004).
5	Membangun/menperbaiki model ilmiah	Fenomena ilmiah selalu mengacu kepada aplikasi sains (Duschl, 2004), ilmuwan menggambarkan imajinasi dan pengetahuan yang dimilikinya untuk menginterpretasi data dan menjelaskan model atau teori (Driver et al, 1996). Model dapat mengenali perubahan berdasarkan pengamatan, atau prinsip dan teori yang mendasarinya

Tabel 2.2 Aktivitas kegiatan ilmiah di laboratorium (lanjutan)

No	Kemampuan yang dikembangkan	Penjelasan
6	Evaluasi, testing dan verifikasi model	Pada tahap ini menetapkan karakteristik sains didasari oleh fenomena, metode, teknik dan asumsi yang digunakan pada langkah penemuan yang telah diajukan dan bersifat terbuka agar ilmuwan lain dapat memberikan saran tentang keabsahannya. (Hull,1998 , Longgino, 1990,1994).

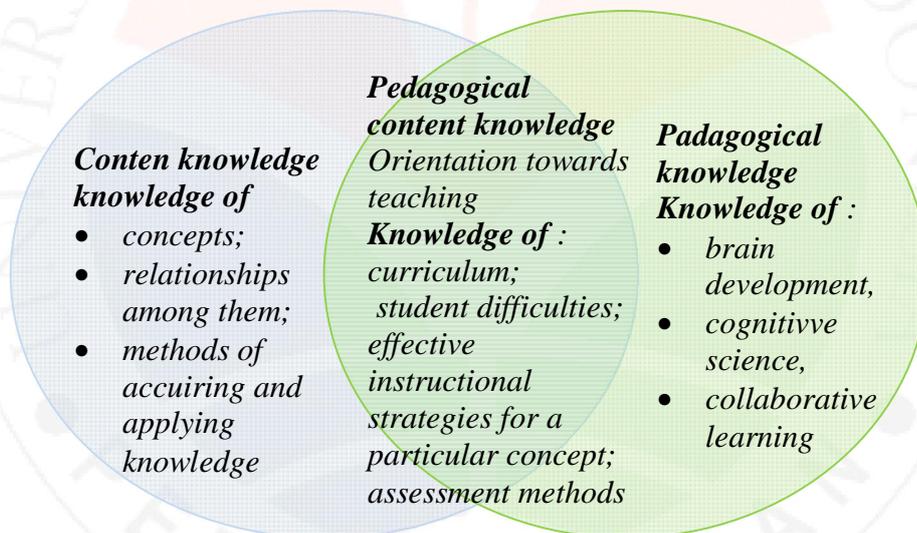
Agar kegiatan eksperimen fisika dapat melatih berbagai kemampuan seperti kemampuan di atas, maka calon guru harus mendapatkan pembekalan kemampuan tersebut (selain kemampuan di atas). Salah satu rujukan untuk memberikan pembekalan kepada calon guru adalah *National Science Teacher Association in Collaboration with the Association for Education of Teachers in Science* (1998), NSTA mengembangkan sepuluh kemampuan standar bagi calon guru IPA, yaitu *Standard for Science Teacher Preparation: Content, Nature of Science, Inkuiri, Context of Science, Skills of Teaching, Curriculum, Social Context, assessment, Environment for learning, Professional Practice*. Standar ini menjadi salah satu rujukan untuk membangun kompetensi calon guru fisika di beberapa lembaga pendidikan seperti di LPTK.

C. Kompetensi Guru Fisika

Standar Kompetensi Guru Pemula (SKGP) merupakan salah satu rambu-rambu yang digunakan dalam merencanakan dan mengembangkan kurikulum di LPTK. SKGP ini berisi lingkup kompetensi guru pemula (penguasaan bidang studi, pemahaman peserta didik, penguasaan pembelajaran serta pengembangan kepribadian dan keprofesionalan), butir-butir kompetensi merupakan penjabaran dari standar kompetensi guru pemula yang masih bersifat umum, serta indikator

yang berfungsi untuk menjabarkan butir-butir kompetensi sebagai acuan dalam mengembangkan instrumen uji kompetensi.

Berdasarkan kompetensi dasar dan indikator yang dibangun dalam SKGP, maka materi perkuliahan berbasis laboratorium mengacu kepada ketentuan tersebut. Mengingat materi eksperimen fisika di sekolah mengacu kepada kurikulum yang berlaku, untuk itu perlu kiranya mahasiswa calon guru fisika mempelajari sejumlah kompetensi yang terdapat dalam kurikulum sekolah. Hal ini sesuai dengan diagram kemampuan yang harus dimiliki calon guru sains Etkina (2005).



Gambar 2.3 *Element of Teacher's Knowledge* ,Etkina (2005)

Mengacu kepada SKGP bidang studi Kimia tahun 2006, standar kompetensi bidang studi Fisika terkait dengan kegiatan laboratorium dapat diuraikan dalam butir kompetensi dan indikator seperti pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar kompetensi guru pemu la terkait dengan kegiatan laboratorium

STANDAR KOMPETENSI	KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR
Penguasaan Bidang Studi F isika	M ampu merencanakan dan melaksanakan kegiatan eksperimen terkait dengan pembelajaran fisika seko lah menengah.	<ol style="list-style-type: none"> 1 M ampu merencanakan program eksperimen fisika seko lah menengah berdasarkan kurikulum . 2 M ampu merencanakan dan melaksanakan kegiatan eksperimen fisika seko lah menengah. 3 M ampu membimbing dan menilai kegiatan eksperimen pada pembelajaran fisika seko lah menengah.
Penguasaan Bidang Studi F isika	M ampu mengelola Laboratorium F isika Seko lah	<ol style="list-style-type: none"> 1 M ampu mendesain laboratorium fisika seko lah menengah. 2 M ampu mengorganisir (manajemen dan administrasi) kegiatan laboratorium fisika seko lah menengah. 3 M ampu memberikan pertolongan pertama pada kecelakaan di laboratorium fisika seko lah menengah. 4 M ampu mengembangkan berbagai peralatan terkait dengan pembelajaran fisika seko lah menengah.

Sejalan dengan gambaran di atas, dalam penelitiannya Turner (2000) menjelaskan enam komponen terkait dengan kualitas peningkatan profesionalisme guru sains, yang sebagian pendapatnya didukung oleh beberapa ahli. Komponen tersebut adalah:

1. Memiliki kemampuan berinkuiri, mengembangkan pertanyaan, dan melakukan eksperimen dengan menerapkan model inkuiri dalam proses pembelajaran McDermott,1990; Bybee 1993 (Turner, 2000). Cara ini dipandang lebih baik dibandingkan dengan model kurikulum yang terfokus pada *textbook centered* .
2. Peningkatan profesionalisme guru harus bersifat intensif dan didukung oleh kebijakan Hawley & Vally, 1999 (Turner, 2000). Pengembangan profesionalisme guru dilakukan dalam waktu yang relatif lama dan dengan perencanaan program yang jelas NRC, 1996 (Turner, 2000). Hal ini

menggambarkan bahwa berbagai hal upaya peningkatan profesionalisme guru harus berdampak pada peningkatan kemampuan siswa.

3. Pengembangan profesionalisme guru harus memberikan pengajaran yang konkrit, mendasar dan berdasarkan pengalaman yang pernah dilakukannya. Penelitian menunjukkan bahwa pengembangan profesionalisme memberikan dampak terhadap cara mengajar guru dan peningkatan kemampuan siswa Betz & Jennis 1997 (Turner, 2000).
4. Pengembangan profesionalisme guru difokuskan untuk memahami materi subjek dan pemahaman terhadap konsep Cohen & Hill, 1998 (Turner, 2000). Hal yang paling esensial tentang pengembangan profesional guru yang terkait pada penguasaan materi NRC, 1996. Kennedy 1998 (Turner, 2000) menyimpulkan bahwa *"program that focus on subject matter knowledge and on student learning of particular subject matter are likely to have large positive effects on student learning than a program that focus on teaching behaviour"*.
5. Pengembangan profesionalisme seharusnya memenuhi suatu standar pengembangan profesionalisme dan menunjukkan suatu pekerjaan yang memiliki standar jelas kepada guru untuk meningkatkan pemahaman siswa NRC, 1996 (Turner, 2000). Upaya meningkatkan kemampuan kognitif merupakan hal yang kompleks dan kemampuan *problem solving* membutuhkan strategi pengajaran yang canggih Borko & Putman, 1995 (Turner, 2000) dan cara mengajar ini dapat dicapai melalui penentuan tujuan belajar yang hendak dicapai Resnick & Klopfer, 1989 (Turner, 2000). Hasil

penelitian menunjukkan bahwa kualitas standar memiliki hubungan yang kuat terhadap peningkatan prestasi secara nasional Schmidt, 1999 (Turner, 2000).

6. Pengembangan profesionalisme memiliki strategi yang berkaitan dengan beberapa aspek yang terkait dengan sekolah Corcoran & Goertz, 1995 (Turner, 2000). Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya hubungan antara peningkatan staf dan kemajuan sekolah, pengembangan staf tidak terpisahkan dari kemajuan sekolah, Fullan 1991 (Turner, 2000).

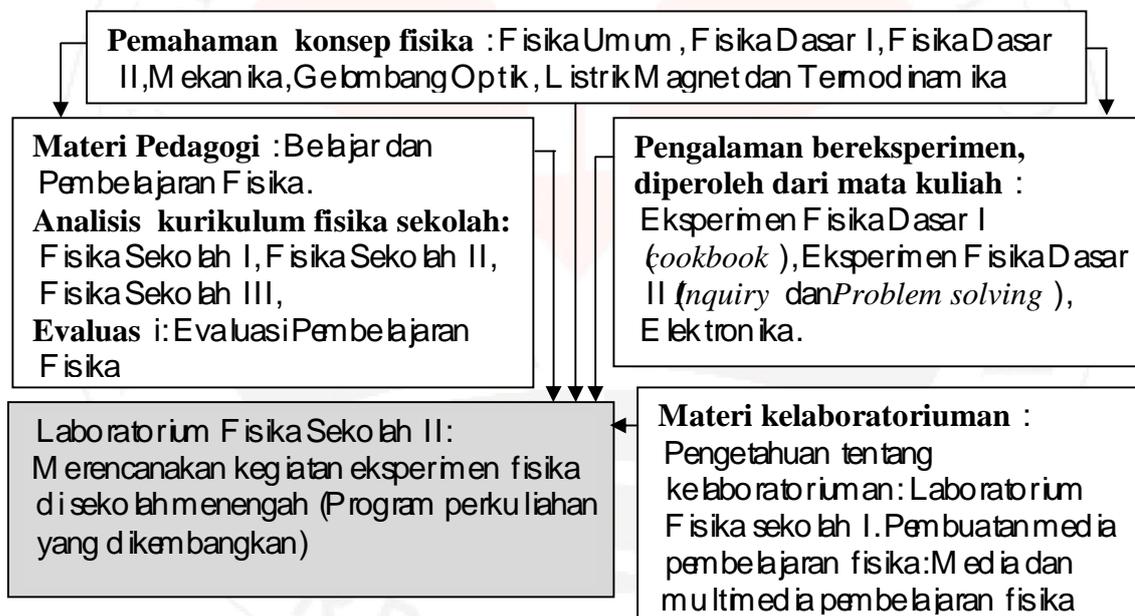
D. Rancangan Program Perkuliahan Laboratorium Fisika Sekolah II

Berdasarkan gambaran kompetensi guru fisika dan berbagai kemampuan yang dilatihkan pada kegiatan eksperimen, maka perlu dipikirkan sejumlah kemampuan yang harus dibekalkan kepada mahasiswa calon guru fisika. Untuk membekalkan kemampuan tersebut beberapa pengetahuan yang harus dimiliki calon guru fisika adalah sebagai berikut:

1. Memiliki pengetahuan yang mendasar terkait dengan kurikulum fisika di sekolah menengah, kemampuan tersebut meliputi: pemahaman kompetensi yang dilatihkan pada peserta didik hingga dapat menjabarkan kompetensi ke dalam bentuk pengetahuan, kemampuan, dan ketrampilan yang dilatihkan.
2. Pemahaman konsep-konsep yang mendasari materi fisika di sekolah, kedalaman dan keluasan materi berdasarkan kurikulum pemahaman yang terkait dengan memahami gejala fenomena fisis, menjelaskan definisi konsep, dan menjelaskan hubungan antara konsep melalui hubungan matematis, grafik atau pun data. Penjelasan konsep aplikasi melalui contoh secara kontekstual, sehingga pengajaran fisika lebih bermakna dan bermanfaat.

3. Memiliki pengalaman bereksperimen baik dengan metode *cookbook*, *inquiry* maupun *problem solving*, agar mahasiswa calon guru memiliki pengalaman metode eksperimen yang lengkap.
4. Memahami ilmu pedagogi untuk menyampaikan materi fisika dengan cara-cara yang lebih mendidik, memotivasi, mengembangkan potensi siswa dan melakukan penilaian untuk digunakan sebagai *feedback* dan melaporkan hasil belajar secara objektif dan jujur.

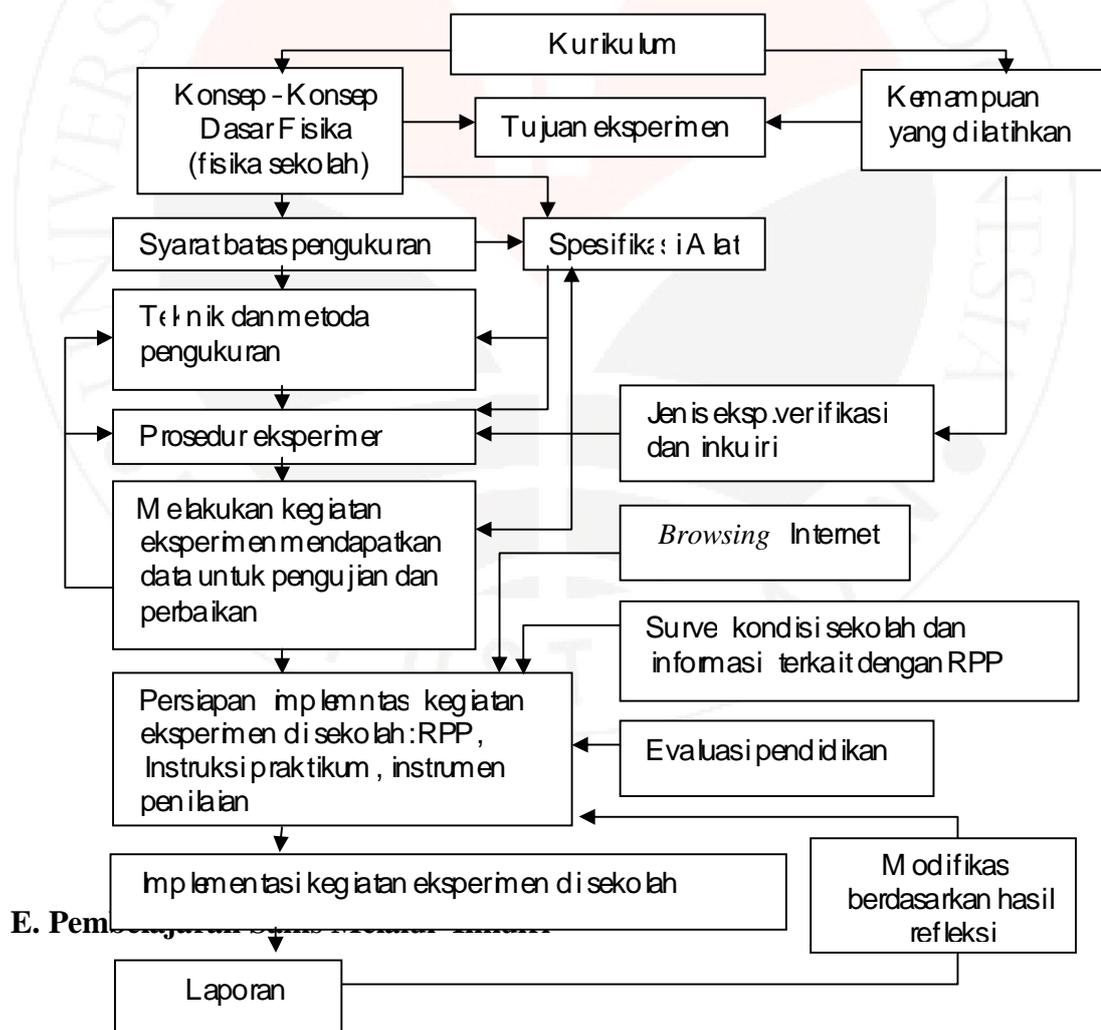
Berdasarkan gambaran tersebut, maka program perkuliahan dirancang berdasarkan pola hubungan antarmata kuliah yang dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Hubungan antarmata kuliah dan mata kuliah yang dikembangkan berdasarkan kurikulum di suatu LPTK

Merujuk kepada kemampuan yang dikembangkan dalam kegiatan eksperimen, materi yang dapat dikembangkan di sekolah menengah dan standar yang dikembangkan oleh NSTA, maka rancangan sejumlah kemampuan yang dikembangkan agar calon guru fisika dapat merencanakan kegiatan eksperimen

adalah sebagai berikut: merancang tujuan eksperimen fisika sekolah berdasarkan kurikulum sekolah, merancang teknik pengukuran yang sesuai dalam kegiatan eksperimen fisika sekolah, merancang spesifikasi alat yang dibutuhkan untuk mendapatkan data yang berkualitas dalam kegiatan eksperimen, merancang kegiatan eksperimen verifikasi dan inkuiri, mendapatkan informasi yang dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas dalam proses pembelajaran melalui kegiatan *browsing* internet, dan merencanakan kegiatan eksperimen fisika untuk diimplementasikan di sekolah menengah. Kemampuan tersebut digunakan sebagai rancangan materi suatu program yang dijelaskan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rancangan materi perkuliahan untuk membekali calon guru fisika dalam merencanakan kegiatan eksperimen fisika sekolah

Inkuiri dapat dipandang sebagai metode yang digunakan dalam proses pembelajaran, tetapi ada juga yang memandang inkuiri sebagai kemampuan yang harus dimiliki seorang guru (NSTA, 1998). Secara umum inkuiri menunjukkan cara kerja seorang ilmuwan ketika ia mempelajari alam (mengajukan pertanyaan, menemukan fakta-fakta dan membuat kesimpulan berdasarkan fenomena mumi) (Popov, 2006).

Sejak tahun 1990 M cDemott telah mengembangkan model pembelajaran fisika melalui pendekatan inkuiri (*physics by inquiry*). Pada intinya M cDemott mengembangkan pola pemahaman konsep berdasarkan fenomena sains yang dihadirkan oleh pengajar. Seorang pengajar hendaknya mampu mengorganisasikan konsep yang dimilikinya, melalui fenomena dan sejumlah pertanyaan pengarah yang dihadirkan oleh guru siswa diajak untuk membangun pengetahuannya, melalui cara inilah berbagai kemampuan seperti menganalisa, memprediksi, berhipotesa, berargumentasi, melakukan pengukuran, mengambil data, dan menyimpulkan dapat dilatihkan.

Dalam *physics by inquiry*, dianjurkan untuk membangun pengetahuannya melalui proses inkuiri terbimbing (*guided inquiry*). Siswa bekerja dengan alat yang sederhana (relatif) untuk melakukan pengamatan, penekanan pada proses *doing* sains, berpikir kreatif dan mempertimbangkan kecakapan pengetahuan. Siswa melakukan pengamatan, melakukan pengukuran, mencatat, memprediksi, dari hal-hal yang mereka pelajari di laboratorium. Pada setiap bagian proses siswa dibimbing melalui pertanyaan arahan yang terstruktur. Melalui pendekatan ini siswa membangun pengetahuannya melalui konsep yang diajarkan. Fisika dengan

kurikulum inkuiri telah memperlihatkan hasil yang efektif dalam memahami konsep fisika bagi mahasiswa tingkat dasar (Scherr, 2008).

The OECD (2003) menganjurkan hal yang harus diperhatikan dalam suatu pengajaran sains melalui inkuiri, antara lain: mengembangkan pertanyaan ilmiah dalam suatu pengamatan, mengidentifikasi fakta yang diperlukan di dalam penyelidikan ilmiah, mendeskripsikan kesimpulan sementara, mengkomunikasikan, mendemonstrasikan untuk menunjukkan pemahaman berdasarkan konsep ilmiah.

Berdasarkan hal ini maka calon guru dituntut agar dapat menghadirkan fenomena atau menyediakan kegiatan praktik, memberikan pengalaman, sehingga tujuan pembelajaran harus mengarah kepada: penguasaan materi subjek, perkembangan ilmiah, pemahaman kompleksitas dan *ambiguity* dari *empirical work*, mengembangkan kemampuan praktis memahami kerja sains, *interest* sains dan *interest* pembelajaran sains, dan mengembangkan kemampuan bekerjasama.

Dalam penelitian ini pembelajaran inkuiri dikembangkan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam mengembangkan kegiatan eksperimen dengan metode inkuiri. Pembelajaran dilakukan dengan menggunakan modelling (dosen mempraktikkan pembelajaran dengan inkuiri). Beberapa langkah yang dikembangkan dalam mempersiapkan inkuiri adalah (*National Science Foundation, Foundation Inkuiri, p88*): merancang fenomena yang menjadi objek pengamatan berdasarkan materi yang akan diajarkan, mengembangkan instruksi pertanyaan arahan untuk merespon hasil pengamatan siswa, dan merancang proses bimbingan untuk membantu siswa dalam meningkatkan

kemampuannya untuk memahami, membuktikan dan mendeskripsikan kesimpulan.

Melakukan bimbingan selama proses pembelajaran dilakukan untuk: membantu siswa dalam melakukan pengamatan, membangun pengetahuan untuk memahami materi (dalam waktu-waktu tertentu), memberikan ide awal untuk menggunakan alat atau bahan, menggunakan terminologi konten berdasarkan pengetahuan dan logika matematik.

Menggunakan berbagai cara untuk melakukan penilaian, mengetahui kemampuan berpikir dan belajar siswa untuk mengidentifikasi dimana siswa mempunyai kekuatan, berkomunikasi dengan siswa, mengembangkan pertanyaan, menimbulkan sugesti, bekerjasama dan berinteraksi, mengamati apa yang dikerjakan oleh semua siswa, membantu siswa untuk menentukan langkah selanjutnya dalam belajar melalui arahan dan anjuran yang sesuai.

Guru sebagai fasilitator yang baik, menggunakan pertanyaan *open-ended* (bersifat terbuka) dalam melakukan pengamatan, observasi dan mengembangkan cara berfikir siswa. Memperhatikan dengan seksama ide yang dikemukakan oleh siswa, memberikan komentar dan pertanyaan selama proses pembelajaran. Memberikan dukungan tentang apa yang mereka amati, mereka coba dan apa yang mereka hasilkan. Melakukan diskusi dari temuan yang dihasilkan untuk menyimpulkan kegiatan yang telah dilakukan.

F. Pembelajaran Laboratorium Sains Melalui Pemecahan Masalah

Dalam model yang dikembangkan oleh Heller & Heller (1999) model pembelajaran *Problem-solving Laboratory* ini bertujuan menjadikan sebagai sarana untuk mengembangkan berbagai kemampuan diantaranya: mengkonfrontasi konsep awal siswa terhadap lingkungan sekitar, melatih kemampuan *problem solving*, belajar menggunakan alat, belajar mendesain eksperimen, mengobservasi sebuah peristiwa yang memerlukan penjelasan yang tidak mudah sehingga mereka menyadari diperlukan ilmu untuk menjawabnya, mendapatkan apresiasi kesulitan dan kegembiraan saat melakukan eksperimen, mengalami pengalaman seperti ilmuwan. Perbedaan antara desain laboratorium yang dikembangkan di Universitas Minnesota dengan desain laboratorium verifikasi tradisional dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Perbedaan *problem-solving* laboratorium dan laboratorium tradisional

<i>UM problem-solving lab</i>	<i>Traditional verification lab</i>
<p>Major goal: <i>To illustrate, support what is being learned in the course</i></p>	<p>Major goal: <i>To illustrate, support what is being learned in the course and teach experimental technique</i></p>
<p>Introduction:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Students are given a context rich problem to solve</i> - <i>Students must apply theory from text/lecture</i> - <i>Students predict what their measurements should yield</i> 	<p>Introduction:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Students are given quantity to compare with measurement</i> - <i>Students are given theory and how to apply it to the lab</i> - <i>Students are given the prediction (value measurement should yield)</i>

Tabel 2.4 Perbedaan *problem-solving* laboratorium dan laboratorium tradisional (lanjutan)

<i>UM problem-solving lab</i>	<i>Traditional verification lab</i>
-------------------------------	-------------------------------------

<p>Methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Students are told what to measure - Students decide in groups how to make the measurements (guided qualitative exploration) 	<p>Methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Students are told what to measure - Students are told how to make the measurements
<p>Analysis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Students decide in groups details of analysis - Emphasis is on concepts (quantitatively) 	<p>Analysis:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Students usually given analysis technique - Emphasis is on precision and experimental errors
<p>Conclusion:</p> <p>Students determine if their own ideas (prediction) match their measurements.</p>	<p>Conclusion:</p> <p>Students determine how well their measurement matches the accepted value</p>

Pemberian contoh eksperimen *problem solving* dilakukan dengan pemberian petunjuk yang mengandung *problem* dan pertanyaan-pertanyaan tentang: penerapan konsep dalam menyelesaikan *problem*, berhipotesa, memprediksi eksperimen yang dapat dikembangkan dalam menjawab *problem*, mendesain kegiatan eksperimen serta memahami spesifikasi alat yang akan dipergunakan, melakukan pengambilan data, melakukan analisis dan menarik kesimpulan berdasarkan data terkait dengan solusi untuk memecahkan *problem*.

G. Metode Pembelajaran *Modelling*

Rancangan program perkuliahan yang dibangun memiliki tujuan untuk memberikan wawasan kepada mahasiswa tentang metodologi dan teknik pengukuran dalam mengembangkan kegiatan eksperimen fisika sekolah. Oleh karena itu, perlu dipikirkan cara pembekalan yang efektif agar tujuan tersebut dapat tercapai. Agar mahasiswa dapat menangkap dan melakukan hal-hal yang dipelajari (terutama yang berkaitan dengan ketrampilan) maka mahasiswa perlu mendapatkan contoh yang nyata, melalui metode *modelling*.

Metode *modelling*, dikembangkan oleh Albert Bandura pada tahun 1977. Bandura mengembangkan teori belajar sosial yang sebelumnya telah dikembangkan oleh Miller dan Dollard pada tahun 1941, dikemukakan bahwa jika seseorang ingin belajar sesuatu, maka kesempatan terbesar agar mereka berhasil hanya dengan mengamati, dan kemudian menirukan tindakan tersebut, kegiatan menirukan tindakan dilakukan untuk memperkuat proses pembelajaran. Bandura berpendapat observasi pembelajaran juga dikenal sebagai *imitation* atau *modelling*, dalam proses ini pembelajaran terjadi bila individu mengamati dan meniru perilaku orang lain. Ada empat komponen proses pemodelan, yaitu: perhatian, representasi, peniruan tingkah laku, serta motivasi dan penguatan, (Rosalite, 2008).

Mengingat bahwa kemampuan-kemampuan yang dibekalkan merupakan ketrampilan yang bisa dilatihkan kepada calon guru, maka belajar dari contoh akan memberikan kemudahan bagi pembelajar. Aspek penting dari teori belajar sosial ini salah satunya adalah membangkitkan rasa keberhasilan dan regulasi diri (Rosalite, 2008), oleh karena itu konsep pengganti penguatan perilaku yang sesuai perlu diterangkan dengan jelas melalui gambaran penilaian untuk mendapatkan hasil yang optimal, hal ini akan sangat mempengaruhi motivasi belajar siswa.

H. Perkuliahan dengan Pendekatan Lapangan/Program Kemitraan di Beberapa Negara.

Pemberian perkuliahan dengan pengalaman langsung yang terkait dengan pekerjaan mahasiswa di lapangan merupakan pengalaman yang sangat penting, untuk itu perkuliahan dengan pendekatan lapangan perlu dibangun agar mahasiswa calon guru memiliki bekal yang cukup (Schwarz, 2008, Borghi 2000). Pada bagian akhir kegiatan perkuliahan Laboratorium Fisika Sekolah II, mahasiswa diajak untuk mengimplementasikan hasil rancangan kegiatan eksperimen di beberapa sekolah menengah dan kemudian dilakukan refleksi untuk memperbaiki rancangan kegiatan eksperimen yang telah dilakukan.

Rancangan perkuliahan melalui program kemitraan dengan sekolah telah dikembangkan di Bangkok, program ini bertujuan untuk memberikan bekal pengalaman yang nyata kepada calon guru, mengikutsertakan guru di lapangan terkait dengan penerapan teori yang diperoleh dari perkuliahan untuk mengatasi permasalahan di lapangan dan sekaligus memberikan informasi kepada pihak perguruan tinggi dalam upaya meningkatkan kualitas perkuliahan (Poonpan, 2005).

Program kemitraan yang dibangun berdasarkan kesamaan persepsi untuk memperbaiki proses kegiatan pembelajaran di sekolah dan perkuliahan di perguruan tinggi. Atas dasar hubungan mutualisme ini kedua pihak dapat saling menguntungkan, perguruan tinggi akan mendapatkan informasi tentang permasalahan di lapangan dan memiliki sarana praktik bagi mahasiswanya, sedangkan sekolah akan memiliki mitra dalam merencanakan proses peningkatan mutu pembelajaran. Kegiatan yang dibangun dalam perkuliahan berupa: *field study* untuk menentukan eksperimen yang akan diterapkan, validitas model

eksperimen oleh dosen dan guru, implementasi kegiatan eksperimen di sekolah, serta pembuatan laporan kegiatan.

