

**Pengembangan Model Analisis Struktur Pengetahuan Materi (ASPM)
Termodinamika Dalam Rangka Menunjang Proses Pembelajaran Problem
Solving Berbasis Konsep (PSBK) untuk Meningkatkan
Keterampilan Intelektual Mahasiswa**

Oleh

Saeful Karim

**Jurusan Pendidikan Fisika
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Pendidikan Indonesia
2003**

ABSTRAK

Setelah mengajar mata kuliah termodinamika di Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA UPI selama 7 tahun, kami telah menemukan kesulitan-kesulitan pembelajar, terutama dalam hal penguasaan dan penerapan diferensial parsial serta interpretasi fisisnya, memahami konsep-konsep termodinamika, menafsirkan grafik, dan sulit mengaplikasikan konsep-konsep termodinamika dalam kehidupan sehari-hari dan dalam teknologi. Untuk mengatasi persoalan-persoalan tersebut, maka kami mengembangkan model Analisis Struktur Pengetahuan Materi (ASPM) Termodinamika yang berpijak pada pendekatan MINDS.ON PHYSICS (MOP) berdasarkan asumsi-asumsi constructivist. Kemudian Model yang telah dikembangkan diterapkan pada proses pembelajaran Problem Solving Berbasis Konsep (PSBK), untuk selanjutnya diukur kontribusinya terhadap peningkatan keterampilan intelektual mahasiswa. Dalam model ASPM, totalitas materi Termodinamika dikembangkan dalam bentuk satuan-satuan pembelajaran yang mencakup unsur-unsur sebagai berikut :Tujuan instruksional, introduksi atau pendahuluan, uraian tentang konsep-konsep inti dan keterkaitannya satu sama lain, kata-kata kunci, referensi, dan evaluasi. Metode penelitian ini adalah Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang terdiri dari 3 siklus. Pada siklus I, prosentase rata-rata konsep yang belum dipahami oleh pembelajar adalah 43%, pada siklus II 29%, dan pada siklus III menurun menjadi 15 %. Jika dilihat dari kemampuan mahasiswa dalam menjawab tiap tahap keterampilan intelektual, berdasarkan sebaran subjek penelitiannya, peringkat tertinggi dicapai pada tahap kemampuan membedakan (96,89%), sedangkan peringkat terendah ada pada tahap aturan tingkat tinggi (43,67%). Sedangkan profil keterampilan intelektual mahasiswa berdasarkan tahap kemampuan intelektualnya, sebagian besar berkategori Baik. Aktivitas belajar mahasiswa dari siklus ke siklus pun mengalami kemajuan yang cukup signifikan. Hal ini ditandai dengan rata-rata prosentase aktivitas selama pembelajaran yang meningkat, yaitu pada siklus I sebesar 33,5%, pada siklus II sebesar 59%, dan pada siklus III sebesar 76%. Artinya setelah selesai siklus III dapat disimpulkan bahwa hampir semua siswa berperan aktif dalam pembelajaran, yang ditandai dengan bertanya, menganggapi pertanyaan, dan lain-lain, sehingga keterampilan intelektual mereka pun menjadi meningkat

PENDAHULUAN

Sebagai dosen mata kuliah Termodinamika yang telah mengajar mata kuliah tersebut selama 7 tahun, kami sering mengamati bahwa umumnya mahasiswa yang mengikuti perkuliahan Termodinamika sering mengalami kesulitan terutama dalam hal *menafsirkan grafik, penguasaan diferensial parsial dan interpretasi fisisnya, memahami konsep-konsep termodinamika dan sulit mengaplikasikan konsep-konsep termodinamika dalam kehidupan sehari-hari dan dalam teknologi.*

Matakuliah termodinamika merupakan matakuliah siklus kedua yang berperan *untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada fisika dasar dan untuk membekali mahasiswa mengikuti matakuliah yang ada di siklus ketiga* baik pada struktur kurikulum Program Studi Pendidikan Fisika maupun Program Studi Fisika, terutama perkuliahan Fisika Statistik dan Seminar Fisika . Sehingga termodinamika sebagai salah satu sosok fisika yang memberikan deskripsi keadaan makroskopis, sangat penting memformulasikan deskripsi keadaan mikroskopis.

Namun demikian tujuan dari matakuliah termodinamika seperti yang tertuang dalam deskripsi matakuliah tersebut diatas belum seperti yang diharapkan. Hal ini terlihat dari data hasil belajar mahasiswa yang mengikuti perkuliahan termodinamika 3 tahun terakhir, baik secara kualitatif maupun kuantitatif pada tabel berikut ini :

Tabel 1
Data Kelulusan Matakuliah Termodinamika
3 Tahun Terakhir di Jurusan Pendidikan Fisika
FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia

No	Tahun Ajaran	Semester	Jumlah Peserta Kuliah	Jumlah Mahasiswa yang lulus dengan Nilai			
				A	B	C	E
1.	2002/2003	1	65	3	6	45	12
2.	2001/2002	2	96	5	14	37	43
3.	2001/2002	1	87	4	9	40	34
4.	2000/2001	2	41	3	7	14	17
5.	2000/2001	1	68	5	7	21	35
6.	1999/2000	2	36	2	5	16	13
7.	1999/2000	1	52	3	4	13	32

Mengingat dalam matakuliah termodinamika banyak konsep-konsep essensial yang diperlukan sebagai prasyarat untuk mempelajari fisika lanjut, maka usaha-usaha untuk meningkatkan penguasaan terhadap konse-konsep dan prinsip-prinsip termodinamika untuk memudahkan pemahaman pada fisika lanjut sangat mendesak untuk dilakukan. Salah satu usaha yang akan diupayakan melalui penelitian ini adalah memperbaiki berbagai aspek proses pembelajaran dalam perkuliahan termodinamika .

Berdasarkan infomasi yang peneliti dapatkan dari media internet, metoda pembelajaran problem solving untuk mata pelajaran fisika, sekarang ini tengah dikembangkan oleh *William Gerace, Robert Dufresne, Wiliam Leonard, dan Jose Mestre di Department of Physics and Astronomy, University of Massachusetts* melalui Pendekatan **MINDS.ON PHYSICS (MOP), yaitu Pengembangan Konsep**

Berdasarkan Keterampilan Problem-Solving Dalam Fisika. Sukses yang diperoleh kelompok ini dalam uji coba selama kurang lebih 10 tahun (sampai dengan tahun 1999) menunjukkan salah satu keunggulan *metoda problem solving*. Mereka mencatat bahwa sistem pembelajaran ini mampu mereduksi secara signifikan kelemahan dan kesalahan yang pada umumnya dilakukan pembelajar di tingkat SMU dan College pada bidang studi fisika.

Pada akhir kegiatan penelitian ini dihasilkan model panduan buku ajar termodinamika, yang selanjutnya sebagai bahan perancangan *buku panduan belajar Termodinamika* yang ditulis berdasarkan pengembangan model analisis struktur pengetahuan materi Termodinamika dalam rangka menunjang proses pembelajaran problem solving berbasis konsep (PSBK) yang dilengkapi dengan media dan metoda yang digunakan serta masalah atau problem yang dihadapi.

Berdasarkan uraian di atas, maka permasalahan pokok dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut :

- ◆ *Model Analisis Struktur Pengetahuan Materi (SPM) Termodinamika yang bagaimana untuk menunjang Proses Pembelajaran Problem Solving Berbasis Konsep (PSBK) untuk mahasiswa program pendidikan fisika dan fisika di Perguruan Tinggi.*
- ◆ *Bagaimanakah kontribusi proses pembelajaran PSBK terhadap keterampilan intelektual pembelajar.*

Penelitian ini bertujuan untuk mencari Model Analisis Struktur Pengetahuan Materi (SPM) Termodinamika yang dapat menunjang Proses Pembelajaran Problem Solving Berbasis Konsep (PSBK), sehingga diperoleh panduan belajar termodinamika yang *mudah ajar*, yang selanjutnya dapat dikembangkan untuk materi fisika yang lainnya, agar pembelajaran fisika menjadi menarik dan bermakna, dan untuk mengetahui sejauh mana kontribusi proses pembelajaran PSBK untuk semua pokok bahasan Termodinamika yang ada pada Struktur Kurikulum Program Studi Fisika dan Program Studi Pendidikan Fisika Pendidikan Tinggi terhadap keterampilan intelektual mahasiswa .

Pendekatan MOP adalah pendekatan yang didasarkan pada asumsi *constructivist* dalam mengembangkan konsep fisika berdasarkan keterampilan problem-solving. Pendekatan ini telah dikembangkan selama 10 tahun oleh *William Gerace, Robert Dufresne, William Leonard dan Jose Mestre* di University of Massachusetts.

Asumsi-asumsi *constructivist* pada pendekatan MINDS.ON PHYSICS (MOP) adalah sebagai berikut (Wiliam Gerace et.al.,1999) :

- (a) *Knowledge is constructed, not transmitted (only information is transmitted).*
- (b) *Prior learning filters all experiences and therefore impacts subsequent learning.*
- (c) *Initial understanding is local, not global.*
- (d) *Building useful knowledge structures requires effort.*

Dalam MOP terdapat **6 buah komponen instruksional utama**, yaitu :

- (a) **Aktivitas Pembelajar** . Inti dari kurikulum adalah kumpulan aktivitas pembelajar yang terintegrasi. Setiap aktivitas berisi hal-hal berikut ini :
 - ❖ *Purpose and expected outcome .*
 - ❖ *Prior experience/ knowledge needed.*
 - ❖ *Main Activity.*

❖ *Reflection.*

- (b) *Bahan bacaan bagi pembelajar*
- (c) *Bahan panduan dan solusi untuk pengajar*
- (d) *Bahan asesmen untuk pembelajar*
- (e) *Suplemen (berupa bahan-bahan media pembelajaran)*
- (f) *Lembar kerja bagi pembelajar.*

Bahan ajar termodinamika yang dirancang dengan pendekatan MOP memiliki tujuan sebagai berikut :

- ❑ *Reveal and address students' misconceptions.*
- ❑ *Emphasize the role of concepts in problem solving.*
- ❑ *Show students how to use concepts and principles to solve problem*
- ❑ *Discourage formulaic approaches to solving problems*
- ❑ *Promote knowledge structuring and integration.*

Dalam bukunya *Essentials of Learning for Instruction* (1974), Gagne mengemukakan bahwa keterampilan intelektual memiliki tahap-tahap kemampuan sebagai berikut :

- 1) *Kemampuan membedakan*
- 2) *Kemampuan konsep konkrit*
- 3) *Kemampuan konsep terdefinisi*
- 4) *Kemampuan aturan*
- 5) *Kemampuan aturan tingkat tinggi*

Dimana tahap kemampuan yang paling mendasar merupakan prasyarat untuk tahap kemampuan selanjutnya.

Pengembangan materi Termodinamika dengan pendekatan MOP dimaksudkan agar memiliki *kriteria mudah ajar* dan *meningkatkan keterampilan intelektual mahasiswa*. Kriteria mudah ajar untuk menanggulangi kesulitan mahasiswa dalam mempelajari konsep-konsep dasar termodinamika untuk mempelajari fisika lebih lanjut. Peningkatan keterampilan intelektual mahasiswa berkontribusi dalam *menyiapkan lulusan yang adaptif terhadap perkembangan*.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *penelitian tindakan berbasis kelas*. Secara singkat penelitian tindakan kelas didefinisikan sebagai bentuk kajian yang bersifat reflektif oleh pelaku tindakan, yang dilakukan untuk meningkatkan kemantapan rasional dari tindakan-tindakan mereka dalam melaksanakan tugas, memperdalam pemahaman terhadap tindakan-tindakan yang dilakukannya itu, serta memperbaiki kondisi dimana praktek-praktek pembelajaran tersebut dilakukan. Untuk mewujudkan tujuan-tujuan tersebut, penelitian tindakan kelas dilaksanakan berupa pengkajian berdaur (cyclical) yang terdiri atas 4 tahap yaitu : Merencanakan, melakukan tindakan, mengamati, dan merefleksi. Setelah dilakukan perenungan atau refleksi yang mencakup analisis, sintesis, dan penilaian terhadap hasil pengamatan proses serta hasil tindakan tadi, kemungkinan muncul permasalahan atau pemikiran baru yang perlu mendapat perhatian, sehingga pada gilirannya perlu dilakukan perencanaan ulang. Dalam penelitian ini hanya akan dilakukan untuk **3 siklus saja**.

Penelitian ini telah dilakukan di Jurusan Pendidikan Fisika FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia kepada mahasiswa semester V yang mengambil perkuliahan termodinamika yang berjumlah 40 orang.

Pendekatan yang telah digunakan adalah campuran antara kualitatif dan kuantitatif yang dilaksanakan melalui perlakuan (ceramah, demonstrasi, diskusi, eksperimen dengan pendekatan teknik), observasi kelas, wawancara, dan tes.

Langkah-langkah penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengembangkan model Analisis Struktur Pengetahuan Materi (ASPM) termodinamika yang berpijak pada pendekatan MINDS.ON PHYSICS (MOP) berdasarkan asumsi-asumsi *constructivist*
2. Merancang silabus matakuliah termodinamika berdasarkan ASPM yang dikembangkan.
3. Merancang naskah bahan ajar termodinamika yang berbasis ASPM yang telah dirancang, dengan memperhatikan silabus yang telah dibuat.
4. Merancang paket program Problem Solving Berbasis Konsep (PSBK) termodinamika untuk setiap pokok bahasan.
5. Merancang instrumen untuk mengukur keterampilan intelektual mahasiswa.
6. Mengadakan studi eksplorasi untuk memahami kondisi kelas dan mahasiswa. Hal ini dimaksudkan untuk menggali informasi tentang keadaan mahasiswa secara akademik.
7. Melaksanakan pembelajaran untuk suatu topik tertentu dengan berdasarkan model pembelajaran yang telah dirancang .
8. Mengadakan refleksi berdasarkan pada hasil studi eksplorasi dan diikuti dengan perencanaan tindakan siklus kedua, sekaligus memperbaiki kelemahan model analisa struktur materi termodinamika yang telah dirancang.
9. Melakukan tindakan atau perlakuan pada mahasiswa dalam kelas, dan pada saat yang sama melakukan observasi kelas dan refleksi, dan seterusnya sampai siklus ketiga.

HASIL PENELITIAN

Pada siklus I, prosentase rata-rata konsep yang belum dipahami oleh pembelajar adalah 43%, pada siklus II 29%, dan pada siklus III menurun menjadi 15 %, Sehingga daya serap pembelajara terhadap materi termodinamika cenderung meningkat secara signifikan.

Selanjutnya kita akan melihat *profil keterampilan intelektual mahasiswa*, sebagai hasil belajar pokok bahasan matematika untuk termodinamika. Profil yang dimaksud dalam penelitian ini adalah gambaran tingkat kemampuan yang dicapai individu atau kelompok individu. Kemampuan yang dimaksud adalah kemampuan memecahkan masalah yang digambarkan dengan skor rata-rata dan sebaran subjek penelitian. Keterampilan intelektual adalah salah satu kemampuan yang dapat ditampilkan mahasiswa sebagai hasil belajar yang mengarah pada pemecahan masalah. Keterampilan intelektual yang dimaksud adalah kemampuan : *Membedakan (M)*, *Konsep Konkrit (KK)*, *Konsep Terdefinisi (KT)*, *Aturan (A)*, dan *Aturan Tingkat Tinggi (ATT)*. Jika dilihat dari kemampuan mahasiswa dalam menjawab tiap tahap keterampilan intelektual, berdasarkan sebaran subjek penelitiannya, peringkat tertinggi dicapai pada tahap

kemampuan membedakan (96,89%), sedangkan peringkat terendah ada pada tahap aturan tingkat tinggi (43,67%). Sedangkan profil keterampilan intelektual mahasiswa berdasarkan tahap kemampuan intelektualnya, sebagian besar berkategori **Baik**.

Selanjutnya kita lihat sebaran subjek penelitian berdasarkan tiap tahap keterampilan intelektualnya, sebagai berikut :

Tabel 2
Sebaran Subjek Penelitian Pada Tiap Tahap Keterampilan Intelektual

Tahap Keterampilan Intelektual	Sebaran subjek penelitian (%)
<i>Membedakan (M)</i>	96,89
<i>Konsep Konkrit (KK)</i>	93,12
<i>Konsep Terdefinisi (KT)</i>	87,65
<i>Aturan (A)</i>	78,90
<i>Aturan Tingkat Tinggi (ATT)</i>	43,67

Selanjutnya marilah kita lihat *profil keterampilan intelektual mahasiswa* dilihat dari setiap kemampuan keterampilan intelektual, sebagai berikut

Tabel 3
Profil Keterampilan Intelektual Mahasiswa Berdasarkan Tahap Kemampuan Intelektual

Tahap Keterampilan Intelektual	Skor Rata-Rata setiap Tahap Keterampilan Intelektual	Kategori
<i>Membedakan (M)</i>	88,96	Baik
<i>Konsep Konkrit (KK)</i>	76,98	Baik
<i>Konsep Terdefinisi (KT)</i>	77,96	Baik
<i>Aturan (A)</i>	75,19	Baik
<i>Aturan Tingkat Tinggi (ATT)</i>	43,64	Kurang

Selanjutnya kita lihat *aktivitas belajar mahasiswa* dalam kelompoknya dan aktivitas mahasiswa dalam kelas yang teramati dari semua siklus adalah sebagai berikut :

Tabel 4
Aktivitas Belajar Mahasiswa dari Siklus ke Siklus

No	Satuan Aktivitas yang Diamati	Prosentase aktivitas selama pembelajaran (%)		
		Siklus I	Siklus II	Siklus III
1	Partisipasi mahasiswa dalam diskusi kelompok	45%	56%	72%
2	Partisipasi mahasiswa dalam diskusi kelas	42%	56%	68%
3	Banyaknya mahasiswa yang bertanya dalam diskusi kelas	38%	62%	78%
4	Banyaknya mahasiswa yang menanggapi pertanyaan dalam diskusi kelas	23%	43%	65%
5	Ketepatan waktu menyelesaikan tugas	45%	66%	85%
6	Partisipasi kelompok dalam diskusi kelas	36%	57%	73%
7	Kemampuan menyelesaikan tugas dengan baik dan benar	45%	67%	88%
8	Kemampuan berkomunikasi (presentasi)	34%	65%	79%

KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dikembangkan model Analisis Struktur Pengetahuan Materi (ASPM) Termodinamika yang ada pada Struktur Kurikulum Fisika Pendidikan Tinggi, dengan berpijak pada pendekatan MINDS.ON PHYSICS (MOP) berdasarkan asumsi-asumsi *constructivist*. Berdasarkan ASPM termodinamika tersebut, kemudian dikembangkan sebuah silabus matakuliah termodinamika.

Berdasarkan ASPM termodinamika dan silabus matakuliah termodinamika, kemudian dirancang *model modul pembelajaran termodinamika*, sebagai model untuk mengembangkan modul seluruh pokok bahasan termodinamika yang ada dalam silabusnya. Dalam hal ini, yang sudah dirancang adalah modul dengan judul: "**Matematika untuk Termodinamika**". Kemudian modul tersebut diujicobakan dalam pembelajaran termodinamika dengan pendekatan Problem Solving Berbasis Konsep (PSBK), dengan terus-menerus memperbaiki kelemahan-kelemahan yang terjadi dalam Penelitian Tindakan Kelas (PTK) yang terdiri dari 3 siklus. Pada siklus I, prosentase rata-rata konsep yang belum dipahami oleh pembelajar adalah 43%, pada siklus II 29%, dan pada siklus III menurun menjadi 15%.

Jika dilihat dari kemampuan mahasiswa dalam menjawab tiap tahap keterampilan intelektual, berdasarkan sebaran subjek penelitiannya, peringkat tertinggi dicapai pada tahap kemampuan membedakan (96,89%), sedangkan peringkat terendah ada pada tahap aturan tingkat tinggi (43,67%). Sedangkan profil keterampilan intelektual mahasiswa berdasarkan tahap kemampuan intelektualnya, sebagian besar berkategori **Baik**.

Aktivitas belajar mahasiswa dari siklus ke siklus pun mengalami kemajuan yang cukup signifikan. Hal ini ditandai dengan rata-rata prosentase aktivitas selama pembelajaran yang meningkat, yaitu pada siklus I sebesar 33,5%, pada siklus II sebesar 59%, dan pada siklus III sebesar 76%. Artinya setelah selesai siklus III dapat disimpulkan bahwa hampir semua siswa berperan aktif dalam bertanya, menganggapi pertanyaan, dan lain-lain, sehingga keterampilan intelektual mereka pun menjadi meningkat.

REFERENSI

- Jose P.Mestre, 1999, *Cognitive Aspects of Learning and Teaching Science*, Department of Physics and Astronomy, University of Massachusetts, Amherst, MA 01003-4525 USA.
- Jan Van Aalst, 1999, *The Learning to Knowledge Building Model : A Framework for Teaching in Collaborative Environments*, Center for Applied Cognitive Science,OISE/University of Toronto,252 Bloor Street W.,Toronto,ON,Canada,M5S IV6.
- Michael L.Bentley, 1998, *Constructivism as a referent for Reforming Science Education*, New York : Cambridge University Press,pp.233-249.
- Nelson Siregar, 2000, *Peranan Struktur Ilmu Dalam Pengembangan Kurikulum*, Fakultas Pendidikan MIPA,UPI, Bandung.
- Nelson Siregar, 2000, *Laporan Kegiatan Loka-Karya Penelitian Untuk Dosen IPA*, Fakultas Pendidikan MIPA,UPI, Bandung.
- Ratna Wilis Dahar, 1989, *Teori-Teori Belajar*,Penerbit Erlangga,Jakarta.
- Robert M.Gagne, 1988, *Principles of Instructional Design*, California.
- Robert M.Gagne, 1974, *Essentials of Learning for Instruction*, California.
- Theresia Tirta Seputro, 1998, *The Influence of Teacher's Subject Matter Knowledge and Beliefs on Teaching Practices : A Case Study of an Indonesian teacher teaching Graph Theory in Indonesia*, National Key Center of School and Mathematics, Curtin University of technology, Proceeding Contens, WAIFER Home Page.
- William Gerace, Robert Dufreshne, William Leonard and Jose Mestre, 1999, *MINDS.ON PHYSICS : Materials for Developing Concept-Based Problem-Solving Skills in Physics*, Department of Physics and Astronomy, University of Massachusetts, Amherst,MA 01003-4525 USA.UMPERG,Technical Report .

