

**EFEKTIVITAS STRATEGI PROGRAM PERKULIAHAN  
TERPADU UNTUK MENINGKATKAN PENGUASAAN  
KONSEP FISIKA MAHASISWA TEKNIK KONVERSI  
ENERGI POLITEKNIK**

***EFFECTIVENESS OF INTEGRATED LECTURING PROGRAM  
STRATEGY FOR IMPROVING THE MASTERY OF  
PHYSICS CONCEPTS OF ENERGY CONVERSION  
ENGINEERING – POLBAN’S STUDENTS***

I Gede Rasagama<sup>1</sup>, Agus Setiawan<sup>2</sup>, Liliarsari<sup>2</sup> dan Hermagasantos Zein<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UPMKU, Politeknik Negeri Bandung

<sup>2</sup>Prodi Pendidikan IPA, Sekolah Pascasarjana UPI Bandung

<sup>3</sup>Prodi Teknik Konversi Energi, Politeknik Negeri Bandung

**ABSTRAK**

Efektivitas Strategi Program Perkuliahan Terpadu (SPPT) ditentukan dengan metode kuasi-eksperimen dan desain pretes-postes kelompok kontrol. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui efektivitas SPPT dalam meningkatkan penguasaan konsep fisika. Tempat penelitian di Politeknik Negeri Bandung (Polban) dengan melibatkan 62 mahasiswa Prodi Diploma III Teknik Konversi Energi sebagai subjek penelitian. Hasil penelitian yang diperoleh: (a) peningkatan penguasaan konsep kelas eksperimen adalah 36% dan kelas reguler adalah 15%; (b) peningkatan penguasaan konsep kelas eksperimen pada pokok bahasan besaran satuan, kinematika, dinamika, fluida, dan termofisika, berturut-turut adalah 57%, 34%, 34%, 54%, dan 23%; (c) peningkatan penguasaan konsep kelas eksperimen oleh mahasiswa katagori kemampuan rendah, sedang, dan tinggi berturut-turut sebesar 38%, 37%, dan 32%; dan (d) rerata skor koefisien korelasi (koefisien determinasi) peningkatan penguasaan konsep antarpokok bahasan berurutan akibat penerapan SPPT sebesar 0,18 (5,4%) dan hanya 25% peningkatan penguasaan konsep antarpokok bahasan berurutan signifikan.

Kata kunci: Efektivitas, strategi program perkuliahan terpadu, penguasaan konsep fisika.

**ABSTRACT**

*The effectiveness of Integrated Lecturing Program Strategy (SPPT) is determined by the method of quasi experiment and pretest-posttest design of the control group. The purpose of the research was to determine the effectiveness of SPPT in increasing students' mastery on physics concepts. The research was carried out in PolBan by involving 62 students of Diploma III-Energy Conversion Engineering as the subject of research. The results obtained from the research were: (a ) the increase of concept mastery in experiment class was 36% and in regular class was 15%; (b )the increase of mastery of the experiment class on the subject's concepts of the quantity-units, kinematics, dynamics, fluid, and thermophysics were respectively 57%, 34%, 34%, 54%, and 23%; (c) the increase of concept mastery in experiment class by the student category*

*of the ability of low, medium, and high were respectively 38%, 37%, and 32%, and (d) and the average score of the correlation coefficient (coefficient determination) from the increase of the concept mastery on the subjects discussed as the result of the application of SPPT was 0.18 (5.4%) and only 25% significant increase on the concept mastery obtained on each subject discussed.*

*Keywords: Integrated Lecturing Program Strategy (SPPT), quasi experiment, pretest-posttest design, physics concept's mastery, effectiveness.*

## PENDAHULUAN

Fakta praktis seputar layanan perkuliahan di perguruan tinggi menunjukkan bahwa pelaksanaan Program Perkuliahan Fisika (PPF) bagi sebagian besar mahasiswa bukan kegiatan menarik dan para mahasiswa mengikutinya dengan terpaksa. Belum lagi sikap sebagian dosen yang *killer* semakin menambah suasana perkuliahan tidak menyenangkan sehingga berakibat pada rendahnya skor kuis, UTS, UAS, dan kelulusan pada mata kuliah Fisika. Survei menunjukkan rerata skor UTS-Ganjil Tahun Ajaran 2010-2011 Prodi Diploma III Teknik Konversi Energi Polban adalah 21,1 untuk kelas IB (kelas eksperimen) dan 40,6 untuk kelas IA (kelas kontrol) dalam skala 100. Survei lain menunjukkan rerata skor kelulusan mata kuliah Fisika dalam waktu 4 tahun terakhir pada bidang rekayasa Polban (2008) jauh lebih rendah (2,35) dibanding rerata skor IPK kelulusan mahasiswa Polban (2,87 skala 4) (Hermagasantos, 2009).

Misi Jurusan Teknik Konversi Energi di Polban (2009) adalah menghasilkan ahli madya dan sarjana sains terapan bidang energi, yang mampu bekerja di industri seperti pembangkit tenaga listrik, penambangan migas dan batubara, manufaktur, dan konstruksi. Ahli ini juga diharapkan

mampu berperan serta mengatasi problem teknologi energi di lingkup lokal, nasional, maupun global (Website Polban, 2010). Hal ini sesuai *the 21st Century Workforce* (Bybee, 2006), yaitu lulusan harus kompetitif dan mampu terjun di dunia kerja global *unprecedented*. Di sisi lain, analisis fakta di lapangan dan hasil penelitian menunjukkan fisika berperan strategis bagi mahasiswa teknik untuk menguasai bidang keahliannya. Penguasaan konsep fisika mampu membentuk kemampuan adaptif, yang berperan penting ketika mahasiswa mempelajari program perkuliahan lanjutan dan melaksanakan pekerjaan di industri. Implementasi strategi PPF mampu membentuk kemampuan profesional, yang dibutuhkan lulusan teknik ketika bekerja di industri.

Berdasarkan deskripsi di atas, tampak ada kesenjangan besar antara fakta negatif seputar mutu layanan PPF di lapangan dengan target positif, yang seharusnya dicapai PPF untuk mendukung kompetensi lulusan Prodi Teknik Konversi Energi Polban. Ini mendorong adanya pengembangan Strategi PPF Terpadu sehingga diperoleh strategi efektif, efisien, dan holistik serta bermakna. Untuk itu, strategi PPF yang dikembangkan harus

mengakomodasi dua kepentingan, yaitu: mampu mengatasi pandangan apriori mahasiswa terhadap PPF dan mampu meningkatkan penguasaan konsep fisika untuk membentuk kemampuan adaptif dan kemampuan profesional. Strategi PPF Terpadu diperoleh dengan memadukan model pembelajaran Demonstrasi Interaktif Berbasis Inkuiri (DIBI), praktikum, dan penelitian. Model pembelajaran DIBI sebagai strategi perkuliahan teori merupakan hasil integrasi *Interactive Lecture Demonstration* (ILD) dengan Pembelajaran Berbasis Inkuiri (PBI), dengan penerapan terpisah keduanya di lapangan. Tahapan model pembelajaran DIBI meliputi pendahuluan, kegiatan inti (menyajikan masalah, merumuskan hipotesis, menguji hipotesis dengan demonstrasi, merumuskan dan menyimpulkan), dan penutup. Pelaksanaan model pembelajaran DIBI sebagai kegiatan inti sedang kegiatan praktikum dan penelitian sebagai suplemen.

ILD menampilkan seperangkat peralatan demonstrasi di hadapan mahasiswa. Peralatan ini menuntun mahasiswa ketika menganalisis konsep fisika secara implisit dalam peralatan dan mengkreasi kembali secara harmoni menjadi konsep terpadu. Interaksi antara dosen dengan mahasiswa dan mahasiswa dengan mahasiswa dalam pembelajaran akan memperkuat proses rekonstruksi kognitif mahasiswa. Kegiatan dalam ILD meliputi mengerjakan tugas pendahuluan, mengamati kegiatan, memprediksi fenomena yang mungkin ditunjukkan, merundingkan hasil, dan merefleksikan fenomena teramati menjadi pemahaman komprehensif terhadap konsep fisika

implisit dalam seperangkat peralatan demonstrasi (Crouch, 2004; Sokoloff, Thornton, dan Laws dalam Bolotin, 2007). Pembelajaran tanpa kejelasan konten akan sangat terbantu dengan kehadiran seperangkat peralatan demonstrasi sebagai media perantara sehingga mahasiswa lebih mudah menguasai konsep fisika tersebut.

Inkuiri adalah strategi pedagogis yang memungkinkan mahasiswa menggali dan membangun informasi dan pengetahuan secara mandiri (Uno, 1999). Dengan inkuiri, mahasiswa dapat mengembangkan pengetahuan dan pemahaman konsep fisika seperti cara fisikawan bekerja mengembangkan sains (Kurikulum, 1996); menghubungkan pengetahuan awal yang telah dimiliki dengan bukti dan gagasan baru yang ditemukan selama pembelajaran; menerapkan prosedur kerja berbasis eksperimen seperti membuat pertanyaan yang diprediksi benar dan menguji pernyataan tersebut (Esler, 1993); mengonstruksi pemahaman mandiri dengan mengajukan sejumlah pertanyaan, mendesain dan melaksanakan investigasi, menganalisis, dan mengomunikasikan hasil temuan (Hinrichsen, 1999). Inkuiri dalam PBI membentuk mahasiswa terampil melakukan investigasi, menerapkan metode ilmiah, dan menerapkan keterampilan berpikir.

Praktikum adalah salah satu tipe perkuliahan praktik berbasis aktivitas laboratorium untuk menunjang perkuliahan tatap muka di kelas. Praktikum bertujuan untuk memperkuat rekonstruksi kognitif pebelajar. Dalam implementasinya, kegiatan didukung dengan petunjuk kegiatan berupa *job sheet* dengan komponen judul, tujuan,

alat dan bahan, prosedur kerja, dan pertanyaan. Tujuan pertanyaan dalam petunjuk kegiatan adalah menuntun mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir atau meningkatkan penguasaan konsep dengan cara menganalisis dan mengkreasi hal-hal seperti data eksperimen, konsep, prinsip, dalil, hukum. Pertanyaan ini juga membantu kegiatan penyusunan laporan praktikum mahasiswa. Penelitian merupakan pendekatan perkuliahan mirip praktikum namun mengondisikan mahasiswa untuk terlibat dan berkontribusi lebih banyak dalam menyelesaikan masalah. Dalam penelitian, mahasiswa diberi ruang kreativitas lebih luas dalam melaksanakan kegiatan mulai studi awal, mendesain, mengembangkan, dan memvalidasi kegiatan. Untuk mengarahkan kegiatan penelitian sesuai metode ilmiah, dosen perlu membuat petunjuk kegiatan dengan komponen topik, tujuan, tagihan tugas (komponen isi laporan kegiatan), dan prosedur penelitian.

Praktikum dan penelitian dapat berdampak terhadap sejumlah kemampuan mahasiswa. seperti pemahaman konsep, penerapan konsep, dan kemampuan bermanfaat lainnya di masa depan (Etkina, 2006); serta keterampilan proses sains pebelajar, seperti direkomendasikan oleh *National Research Council, National Science Foundation*, dan ABET (Etkina, 2006). Menurut *American Association of Physics Teachers* (1998), pendekatan praktikum dan penelitian dapat memberi manfaat, seperti seni-bereksperimen; keterampilan eksperimentasi, pengetahuan perkakas eksperimen dan keterampilan analisis data; penguasaan

konsep fisika dasar; pemahaman fundamental; dan pengembangan keterampilan kolaboratif.

## METODE PENELITIAN

Pengukuran efektivitas Strategi PPF Terpadu dilakukan dengan metode kuasi-eksperimen dan desain pretes-postes kelompok kontrol. Subjek penelitian ialah mahasiswa Prodi Diploma III Teknik Konversi Energi Polban, terdiri atas satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Analisis data memakai uji normalitas dan uji homogenitas (Ruseffendi, 1998) sebagai prasyarat dilakukannya uji-t atau uji Wilcoxon guna melihat signifikansi perbedaan hasil tes dua kelas. Uji normalitas dan uji homogenitas dilakukan untuk menentukan jenis uji statistik (parametrik atau non-parametrik) yang hendak digunakan. Uji statistik untuk pengaruh salah satu variabel penelitian terhadap variabel lain menggunakan metode regresi linier. Semua perhitungan dalam penelitian ini memakai program komputer SPSS 9,0 for windows. Untuk mengetahui peningkatan penguasaan konsep, digunakan analisis *Normalised Gain* atau *NG* (Meltzer, 2002).

## TEMUAN DAN PEMBAHASAN

### 1. Temuan

Peningkatan penguasaan konsep mahasiswa kelas eksperimen akibat Strategi PPF Terpadu dan kelas kontrol akibat perkuliahan reguler diketahui berdasarkan analisis *NG* seperti diperlihatkan pada Tabel 1. Kelas eksperimen memperoleh rerata skor *NG* 35%, katagori sedang dan perbedaan antara rerata skor pretes dan postes adalah signifikan pada taraf signifikansi

$\alpha = 5\%$ . Kelas kontrol memperoleh rerata skor NG 15%, katagori rendah, dan perbedaan rerata skor pretes dan

postes adalah signifikan pada taraf signifikansi,  $\alpha= 5\%$ .

Tabel 1. Peningkatan Penguasaan Konsep Fisika Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelompok Perlakuan	Rerata Skor			Katagori NG	Probabilitas	Keterangan <sup>*)</sup>
	Pretes	Postes	NG			
Eksperimen	33,6	57,2	0,36	Sedang	0,00	Signifikan
Kontrol	35,3	45,1	0,15	Rendah	0,00	Signifikan

<sup>\*)</sup> Peningkatan signifikan jika probabilitas < taraf signifikansi ( $\alpha=0,05$ ).

Rerata skor penguasaan konsep tiap pokok bahasan diperlihatkan pada Tabel 2. Pada kelas eksperimen, peningkatan penguasaan konsep tertinggi terjadi pada konsep besaran-satuan, disusul fluida, dinamika atau kinematika, dan terendah pada termofisika. Pada kelas kontrol, peningkatan penguasaan konsep

tertinggi terjadi pada konsep besaran-satuan, disusul fluida, dinamika, termofisika dan terendah pada kinematika. Pada setiap pokok bahasan, perbedaan antara rerata skor pretes dan postes kelas eksperimen adalah signifikan pada taraf signifikansi  $\alpha= 5\%$ . Untuk kelas kontrol, tampak hal serupa kecuali kinematika.

Tabel 2. Rerata Skor dan Hasil Analisis Penguasaan Konsep Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Penguasaan Konsep	Kelas Eksperimen						Kelas Kontrol					
	Pretes	Postes	NG	Katagori	Prob.	Ket.*	Pretes	Postes	NG	Katagori	Prob.	Ket.*
Besaran Satuan	68,9	86,7	0,57	Sedang	0,00	Sign.	62,2	74,4	0,32	Rendah	0,02	Sign.
Kinematika	39,2	60,0	0,34	Rendah	0,00	Sign.	47,5	46,3	-0,02	Negatif	0,62	Tdk
Dinamika	28,1	52,4	0,34	Sedang	0,00	Sign.	32,1	41,7	0,14	Rendah	0,00	Sign.
Fluida	24,6	65,0	0,54	Sedang	0,00	Sign.	26,3	47,9	0,29	Rendah	0,00	Sign.
Termofisika	26,0	43,3	0,23	Rendah	0,00	Sign.	25,2	33,8	0,11	Rendah	0,02	Sign.

<sup>\*)</sup> Peningkatan signifikan jika probabilitas < taraf signifikansi ( $\alpha=0,05$ ).

Berdasarkan analisis rerata skor dan standar deviasi terhadap data skor UTS-Ganjil mahasiswa kelas eksperimen, rerata skor peningkatan penguasaan konsep mahasiswa dibedakan menjadi tiga kelompok

kemampuan, yaitu: kelompok rendah, kelompok sedang, dan kelompok tinggi. Perolehan rerata skor NG setiap pokok bahasan oleh setiap kelompok kemampuan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Skor dan Hasil Analisis Penguasaan Konsep Kelas Eksperimen per Kelompok Kemampuan

Penguasaan Konsep	Kelompok Rendah					Kelompok Sedang					Kelompok Tinggi				
	Pretes	Postes	Prob.	Ket.	NG	Pretes	Postes	Prob.	Ket.	NG	Pretes	Postes	Prob.	Ket.	NG
Besaran Satuan	63,3	81,7	0,09	Tdk	0,23	74,0	90,7	0,12	Tdk	0,57	69,7	87,8	0,01	Sign.	0,58
Kinematika	35,0	57,5	0,01	Sign.	0,32	43,0	63,9	0,01	Sign.	0,35	39,8	59,1	0,04	Sign.	0,26
Dinamika	25,0	55,0	0,00	Sign.	0,39	23,8	44,4	0,01	Sign.	0,28	34,4	56,5	0,00	Sign.	0,32
Fluida	22,5	66,2	0,00	Sign.	0,56	26,4	68,0	0,00	Sign.	0,54	25,0	61,4	0,00	Sign.	0,47
Termofisika	26,4	42,9	0,02	Sign.	0,22	24,6	47,6	0,00	Sign.	0,30	26,6	40,3	0,01	Sign.	0,17
<b>Total</b>	<b>31,2</b>	<b>57,0</b>	<b>0,01</b>	<b>Sign.</b>	<b>0,38</b>	<b>33,6</b>	<b>57,8</b>	<b>0,01</b>	<b>Sign.</b>	<b>0,37</b>	<b>35,8</b>	<b>56,9</b>	<b>0,00</b>	<b>Sign</b>	<b>0,32</b>

<sup>\*)</sup> Peningkatan signifikan jika probabilitas < taraf signifikansi ( $\alpha=0,05$ ).

Pada setiap pokok bahasan, perolehan rerata skor NG ketiga kelompok kemampuan adalah tidak sama. Pada konsep tertentu, perolehan rerata skor NG tertinggi dicapai oleh kelompok rendah namun pada konsep lain, perolehan rerata skor NG tertinggi dicapai oleh kelompok sedang atau kelompok tinggi. Perolehan rerata skor NG tertinggi oleh kelompok sedang terjadi pada kinematika dan termofisika, kelompok rendah pada dinamika dan fluida, dan kelompok tinggi hanya pada besaran satuan. **Secara keseluruhan (total), tampak perolehan rerata skor NG tertinggi diperoleh kelompok rendah, disusul kelompok sedang, dan terendah kelompok tinggi.** Pada setiap pokok bahasan dan taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ , tampak bahwa

1. perbedaan rerata skor pretes dan postes kelompok rendah adalah signifikan kecuali besaran-satuan.
2. perbedaan rerata skor pretes dan postes kelompok sedang adalah signifikan kecuali besaran-satuan.

3. perbedaan rerata skor pretes dan postes kelompok tinggi adalah signifikan.

Hasil uji perbedaan rerata kedua kelas untuk kelompok uji pretes, postes, dan NG dapat dilihat pada Tabel 4. Berbasis Tabel 2 dan Tabel 3 tampak pada setiap pokok bahasan

1. rerata skor pretes kelas eksperimen lebih rendah dibanding kelas kontrol kecuali besaran-satuan dan termofisika. Pada taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ , perbedaan rerata skor pretes kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah tidak signifikan.
2. rerata skor postes kelas eksperimen selalu lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Pada taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ , perbedaan rerata skor postes kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah signifikan.
3. rerata skor NG kelas eksperimen selalu lebih tinggi dibanding kelas kontrol. Pada taraf signifikansi  $\alpha=5\%$ , perbedaan rerata skor NG kelas eksperimen dan kelas kontrol adalah signifikan kecuali besaran-satuan.

Tabel 4. Hasil Analisis Signifikansi Perbedaan Rerata Skor Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Penguasaan Konsep	Pretes				Postes				NG			
	Eks.	Kon.	Prob.	Ket.*)	Eks.	Kon.	Prob.	Ket.*)	Eks.	Kon.	Prob.	Ket.*)
Besaran-Satuan	68,9	62,2	0,78	Tidak	86,7	74,4	0,01	Sign.	0,57	0,32	0,18	Tdk
Kinematika	39,2	47,5	0,06	Tidak	60,0	46,3	0,01	Sign.	0,34	-0,02	0,00	Sign.
Dinamika	28,1	32,1	0,37	Tidak	52,4	41,7	0,01	Sign.	0,34	0,14	0,00	Sign.
Fluida	24,6	26,3	0,53	Tidak	65,0	47,9	0,00	Sign.	0,54	0,29	0,00	Sign.
Termofisika	26,0	25,2	0,83	Tidak	43,3	33,8	0,01	Sign.	0,23	0,11	0,04	Sign.
<b>Total</b>	<b>33,6</b>	<b>35,3</b>	<b>0,24</b>	<b>Tidak</b>	<b>57,2</b>	<b>45,1</b>	<b>0,00</b>	<b>Sign.</b>	<b>0,36</b>	<b>0,15</b>	<b>0,00</b>	<b>Sign.</b>

\*) Peningkatan signifikan jika probabilitas < taraf signifikansi ( $\alpha=0,05$ ).

Berdasarkan urutan penyajian pokok bahasan selama tujuh kali perkuliahan, ada empat jenis pengaruh penguasaan konsep mahasiswa antarpokok bahasan berurutan. Bila salah satu tipe ditetapkan sebagai

variabel bebas dan yang lain sebagai variabel terikat, uji regresi linier memberi hasil seperti diperlihatkan pada Tabel 5 dan hasil analisisnya menunjukkan

1. semua jenis pengaruh NG suatu pokok bahasan terhadap pokok bahasan berikutnya adalah rendah kecuali pengaruh NG besaran-satuan terhadap kinematika berkatagori sedang. Rerata koefisien korelasi,  $r = 0,18$ .
2. 5,4% kemampuan mahasiswa memperoleh rerata skor NG suatu pokok bahasan dipengaruhi oleh kemampuan mahasiswa memperoleh rerata skor NG pokok bahasan sebelumnya, 94,6% ditentukan faktor lain. Rerata koefisien determinansi,  $r^2 = 5,4\%$ .
3. pada taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$ , persamaan regresi dan koefisien regresi yang signifikan hanya 25%. Ini berarti hanya 25% perolehan rerata skor NG suatu pokok bahasan dipengaruhi oleh pokok bahasan sebelumnya secara signifikan.

Tabel 5. Hasil Uji Regresi Linier Pengaruh NG Mahasiswa Kelas Eksperimen suatu Pokok Bahasan terhadap Pokok Bahasan Berikutnya

No.	NG antar Kelompok Uji Pokok Bahasan	Koef. Korelasi (r)	Koef. Determinasi ( $r^2$ ) %	Pers. Regresi	Uji-F*		Uji-t**	
					Prob.	Ket.	Prob.	Ket.
1	Besaran-Satuan thd Kinematika	0,42	17,6	$Y = 0,22 + 0,24X$	0,02	Sign.	0,007	Sign.
2	Kinematika thd Dinamika	0,03	0,1	$Y = 0,74 + 0,07X$	0,86	Tdk	0,001	Sign.
3	Dinamika thd Fluida	0,18	3,4	$Y = 0,49 + 0,05X$	0,33	Tdk	0,000	Sign.
4	Fluida thd Termofisika	0,07	0,5	$Y = 0,19 + 0,06X$	0,78	Tdk	0,040	Tdk

Tanda \*): Pada taraf signifikansi  $\alpha = 5\%$

\*\*): Pada taraf signifikansi  $\alpha = 2,5\%$

## 2. Pembahasan

Perbedaan hasil belajar kelas eksperimen dan kelas kontrol, seperti ditunjukkan pada Tabel 1, semata-mata terjadi karena perbedaan metode pembelajaran yang diterapkan pada masing-masing kelas. Hasil belajar mahasiswa kelas kontrol menunjukkan rerata skor pretes lebih rendah dibanding rerata skor postes dan hal serupa terjadi pada kelas eksperimen. Hal ini wajar terjadi karena perbedaan kesiapan mahasiswa ketika menghadapi tes yang diberikan pengajar. Namun demikian, tampak ada perbedaan mencolok terkait dengan hasil tes pada kedua kelas. Strategi PPF Terpadu pada kelas eksperimen memberi peningkatan penguasaan konsep lebih baik daripada perkuliahan reguler pada kelas kontrol walaupun kemampuan awal kelas eksperimen lebih rendah daripada kelas

kontrol. Peningkatan penguasaan konsep pada kelas eksperimen dua kali lipat daripada kelas kontrol. Fakta ini menunjukkan bahwa Strategi PPF Terpadu mampu mengondisikan proses aktif mahasiswa dalam mengonstruksi sendiri gagasan baru atau konsep-konsep baru atas dasar konsep, pengetahuan, dan kemampuan yang telah dimiliki sehingga strategi ini mampu meningkatkan penguasaan konsep lebih efektif daripada perkuliahan reguler (J. Bruner dalam Zainul, 2001).

Pokok bahasan besaran-satuan merupakan materi pembelajaran dengan struktur termudah dibandingkan pokok bahasan yang lain. Setiap pendekatan pembelajarannya mudah dirumuskan dan tipe *assesment* dengan katagori sukar adalah sulit dikembangkan. Pendekatan pembelajaran cukup menyinggung fenomena sederhana,

seperti pengukuran beberapa besaran pokok, dan turunan. Struktur kognitif awal mahasiswa terhadap materi ini telah terbentuk dengan baik karena pemakaian dalam pembelajaran merupakan pengulangan dan sudah diikuti mahasiswa sejak mengikuti pendidikan di SD, SMP, dan SMA, atau SMK.

Fakta lain di lapangan menunjukkan prototipe peralatan demonstrasi untuk besaran-satuan termasuk peralatan yang mampu mengakomodasi sebagian besar subpokok bahasan secara lengkap. Sementara itu, pendekatan ceramah untuk pembelajaran besaran-satuan termasuk pendekatan paling mudah diterapkan dan materinya mudah dipahami mahasiswa dibandingkan pembelajaran pokok bahasan lainnya. Ini menyebabkan pembelajaran besaran satuan pada kedua kelas memperoleh peringkat NG tertinggi dibanding pokok bahasan lainnya, seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Pelaksanaan pembelajaran fluida di kelas tampak menekankan konsep tekanan hidrostatis, hukum Pascal, hukum Archimedes, persamaan kontinuitas, persamaan Bernoulli, dsb. Konsep ini termasuk materi yang mudah dikenal dan termasuk kognitif yang dikenal familiar oleh mahasiswa dalam kehidupan sehari-hari seperti zat alir air dan angin. Konstruksi kognitif tentang hubungan antarbesaran fisika dan menghitung salah satu besaran fisika dalam tataran konsep tampak hanya melibatkan konsep matematis sederhana, seperti substitusi, eliminasi, penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian. Walaupun urutan penyajian pokok bahasan dalam

perkuliahan mempunyai tingkat kesulitan lebih tinggi dibandingkan kinematika dan dinamika, kemampuan metode pembelajaran pada kelas kontrol dan kelas eksperimen mampu membangun penguasaan konsep mahasiswa yang mengarah pada tipe *assessment*. Ini menyebabkan mahasiswa kedua kelas memperoleh rerata skor NG fluida peringkat kedua dari lima pokok bahasan, seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Perbedaan peringkat rerata skor NG untuk tiga pokok bahasan lainnya pada kelas eksperimen, semata-mata karena perbedaan kualitas perangkat peralatan demonstrasi ketika mengeksplorasi konsep di antara ketiga pokok bahasan tersebut. Kemampuan Strategi PPF Terpadu dalam mengeksplorasi konsep kinematika dan dinamika adalah sama walaupun secara hierarki, tingkat kesulitan kinematika lebih rendah daripada dinamika. Ketika Strategi PPF Terpadu mengeksplorasi konsep termofisika, ternyata berdampak lebih rendah lagi dibandingkan konsep dalam dinamika dan kinematika. Penyebabnya adalah faktor keterbatasan peralatan dalam perangkat peralatan demonstrasi ketika digunakan untuk menyajikan gejala, fenomena, dan hukum fisika, yang terkait konsep dalam termofisika. Karakter konsep termofisika tampak sulit disajikan karena banyak mengandung fenomena mikroskopik dan tidak terobservasi langsung (abstrak). Berdasarkan implementasi dua prototipe peralatan dalam dua kali pertemuan, tampak perangkat peralatan demonstrasi tidak mampu mengampu semua gejala, fenomena, dan hukum fisika dalam termofisika. Ini menyebabkan peringkat

perolehan rerata skor NG termofisika kelas eksperimen paling rendah, seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Dalam penerapan metode ceramah, dosen tidak memanfaatkan media pembelajaran sama sekali. Dosen hanya mengomunikasikan konsep dalam setiap pokok bahasan secara lisan. Fokus kegiatan sama sekali tidak membahas fenomena atau gejala fisika seperti yang ditunjukkan oleh suatu prototipe peralatan. Di sisi lain, fokus *assesment* Peningkatan penguasaan konsep pokok bahasan fisika secara keseluruhan di antara ketiga kelompok kemampuan mahasiswa tampak dicapai oleh kelompok rendah, disusul kelompok sedang, dan kelompok tinggi (Tabel 3). Ini berarti Strategi PPF Terpadu dengan model pembelajaran DIBI di dalamnya lebih efektif meningkatkan penguasaan konsep kelompok rendah dibandingkan dua kelompok lain. Skenario model pembelajaran DIBI selalu mengondisikan pebelajar terlibat aktif dengan cara bekerja dan berpikir. Mahasiswa tidak mempunyai kesempatan memperhatikan atau mengerjakan hal-hal lain selain fokus kepada materi pembelajaran. Dalam teori pendidikan, kelompok tinggi adalah kelompok cerdas dalam menggunakan kemampuan berpikirnya (*minds on*) namun cenderung kurang menyukai aktivitas bekerja (*hands on*). Porsi aktivitas bekerja (menulis) yang tinggi dalam Strategi PPF Terpadu (model pembelajaran DIBI, praktikum, dan penelitian) ternyata berkontribusi kurang baik pada perkembangan kognitif kelompok tinggi namun berdampak baik pada kelompok rendah.

Mahasiswa kelompok sedang adalah mahasiswa dengan level

kinematika adalah konsep dan atau besaran fisika yang mendeskripsikan fenomena atau gejala yang langsung ditunjukkan oleh prototipe peralatan demonstrasi, seperti gerak jatuh bebas dan gerak melingkar. Penerapan metode ceramah di lapangan kurang terarah dan terkait dengan konten *assesment*. Ini menyebabkan perolehan rerata skor NG kinematika kelas kontrol paling rendah, seperti diperlihatkan pada Tabel 2.

Kemampuan menengah, berada di antara kelompok rendah dan kelompok tinggi. Pelaksanaan Strategi PPF Terpadu tampak tidak mampu menstimulasi perkembangan struktur kognitif kelompok sedang sehingga hasil belajarnya tetap berada pada level menengah di antara kelompok tinggi dan kelompok rendah. Ini berarti Strategi PPF Terpadu berpeluang lebih untuk mengembangkan struktur kognitif kelompok sedang dan kelompok rendah secara optimal. Hal ini tercapai jika konsistensi dan kualitas pelaksanaan Strategi PPF Terpadu di lapangan mampu dipertahankan sesuai skenario model pembelajaran DIBI, pendekatan praktikum dan penelitian yang telah dikembangkan. Namun demikian, satu temuan penting dalam penelitian ini adalah kelompok tinggi memperoleh peringkat NG konsep tertinggi satu kali. Ini menunjukkan Strategi PPF Terpadu tidak mampu mengembangkan struktur kognitif pebelajar kelompok tinggi secara optimal.

Temuan pada Tabel 4 menunjukkan pelaksanaan Strategi PPF Terpadu pada kelas eksperimen mampu meningkatkan penguasaan konsep setiap pokok bahasan lebih baik dibandingkan perkuliahan reguler pada kelas kontrol.

Perbedaan penerapan metode pembelajaran pada kedua kelas betul-betul memberi pengaruh signifikan terhadap peningkatan kemampuan mahasiswa walaupun kemampuan awal mahasiswa kelas eksperimen lebih rendah daripada kelas kontrol. Perolehan rerata skor NG penguasaan konsep kelas eksperimen pada setiap pokok bahasan selalu lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Beragamnya aktivitas mahasiswa dalam Strategi PPF Terpadu tampak berdampak lebih efektif pada kelas eksperimen daripada perkuliahan reguler pada kelas kontrol. Hal ini sejalan dengan pendapat Hinrichsen (1999) bahwa cara belajar pembelajar yang lebih baik adalah melalui pengalaman personal dan menghubungkan informasi baru dengan yang telah diketahui. Pengalaman personal artinya pembelajar melakukan serangkaian kegiatan pembelajaran, baik di laboratorium maupun lapangan alam terbuka dalam rangka menemukan, merumuskan, dan memahami konsep sains. Dengan demikian, efektivitas Strategi PPF Terpadu yang dikembangkan lebih tinggi daripada perkuliahan reguler.

Ada temuan penting sebagai bentuk kelemahan Strategi PPF Terpadu, seperti ditunjukkan pada Tabel 5, yaitu Strategi PPF Terpadu tidak mampu mengorelasikan konsep antarpokok bahasan berurutan pada kegiatan pembelajaran. Artinya, penguasaan konsep mahasiswa pada suatu pokok bahasan tidak dipengaruhi oleh pokok bahasan sebelumnya. Pelaksanaannya, khususnya model pembelajaran DIBI terlalu fokus pada konsep satu pokok bahasan tanpa mengaitkannya dengan pokok bahasan sebelumnya. Ini

disebabkan materi kegiatan pelaksanaan model pembelajaran DIBI, petunjuk praktikum, dan petunjuk penelitian hanya mengeksplorasi konsep satu pokok bahasan. Kondisi ini betul-betul berdampak kurang baik terhadap pembelajaran yang ingin memadukan konsep antarpokok bahasan berurutan.

### SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis data, hasil temuan dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Strategi PPF Terpadu mampu memberi peningkatan penguasaan konsep lebih tinggi dibanding perkuliahan reguler walaupun penguasaan konsep awal mahasiswanya lebih rendah;
2. Strategi PPF Terpadu memberi peningkatan penguasaan konsep pokok bahasan tertinggi pada fluida, disusul oleh besaran satuan, dinamika, kinematika, dan terendah pada termofisika;
3. Strategi PPF Terpadu memberi peningkatan penguasaan konsep paling efektif pada mahasiswa kelompok rendah, disusul oleh kelompok sedang, dan kelompok tinggi;
4. Dalam pelaksanaan Strategi PPF Terpadu, penguasaan konsep pada suatu pokok bahasan tidak dipengaruhi oleh penguasaan konsep pada pokok bahasan sebelumnya.

Satu saran berdasarkan hasil temuan, yaitu: penerapan Strategi PPF Terpadu di lapangan banyak menyita waktu mahasiswa seperti melaksanakan perkuliahan tatap-muka, mengerjakan tugas

pendahuluan (TP) dan lembar kerja mahasiswa (LKM), melaksanakan perkuliahan praktik, mengerjakan laporan praktikum, laporan penelitian, dan ringkasan diskusi hasil penelitian. Untuk itu, secara kontinu dosen diharapkan dapat memfasilitasi dan memotivasi mahasiswa agar tetap konsisten melaksanakan semua kegiatan. Untuk masukan dan memberi motivasi mahasiswa, dosen diharapkan melaksanakan monev bersifat mendidik dan mengembalikan berkas pekerjaan mahasiswa dengan segera.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- AAPT. 1998. "Goals of the Introductory Physics Laboratory", *American Journal of Physics*. 66, (6), 483-485.
- Byebee, R.W., et.al.. (2006. "Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform in Science and Technology Education", *Journal of Research in Science Teaching*, 43, (4), 349-352.
- Crouch, C.H. *et al.* 2004. "Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment?". *American Journal of Physics*. 72, (6), 835-838.
- Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 1996. *Kurikulum Sekolah Menengah Umum (SMU) Petunjuk Teknis Mata Pelajaran Fisika*, Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pendidikan Menengah Umum.
- Esler, W. K. *et al.* 1993. *Teaching Elementary Science*. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company.
- Etkina, E. *et al.* 2006. "Role of Experiments in Physics Instruction-a Process Approach", *Phys. Teach.* 40.351.
- Henrichsen, J. 1999. *Science Inquiry for The Classroom*, Oregon: Northwest Regional Educational Laboratory.
- Hermagasantos. 2009. "Naskah Akademis Program Magister Terapan", *Makalah*. Tidak Diterbitkan. Bandung: POLBAN.
- Meltzer, D. 2002. "The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics". *American Journal of Physics*. 70, (12), 1259-1268.
- Ruseffendi, E. T. 1998. *Statistika Dasar untuk Penelitian Pendidikan*, Bandung: IKIP Bandung Press.
- Uno, G.E. 1996. *Learning About Learning Through Teaching About Inquiry*. In book: Student-Active Science. Model of Innovation in College Science Teaching. Mc.
- Neal, A.P. & D'Avanzo, C. (Eds). Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Zainul, A. 2001. *Alternative Assesment*, Jakarta: PAU-PPAI, Universitas Terbuka

## LAMPIRAN

## A. Struktur Kegiatan Perkuliahan Teori dalam Strategi PPF Terpadu Penelitian

<i>Pokok dan Sub Pokok Bahasan</i>	<i>Proses Pembelajaran</i>	<i>Strategi Pembelajaran</i>	<i>Tagihan Tugas</i>	<i>Kegiatan Ekstra</i>
<i>Pendahuluan</i>	<i>Menjelaskan tata tertib, lingkup materi, strategi perkuliahan, assesmen, sumber belajar, LKM dan tugas</i>	<i>Ceramah dan tanya-jawab</i>	<i>Tidak ada</i>	<i>Tidak ada</i>
<i>Besaran dan satuan</i> <i>a. Besaran pokok, turunan dan tambahan.</i> <i>b. Satuan dan dimensi</i> <i>c. Ketidakpastian pengukuran</i> <i>d. Angka penting</i> <i>e. Operasi vektor</i>	<i>Menginkuirikan konsep besaran dan satuan melalui kegiatan demonstrasi beberapa alat ukur standar</i>	<i>DIBI alat ukur standar dalam fisika.</i>	<i>TP &amp; isian LKM besaran dan satuan</i>	<i>Bimbingan pengisian TP, LKM besaran dan satuan</i>
<i>Kinematika</i> <i>a. Persamaan gerak translasi</i> <i>b. Persamaan gerak melingkar</i> <i>c. Persamaan gerak roda-roda bersinggungan /terhubung tali</i>	<i>Menginkuirikan konsep kinematika melalui kegiatan demonstrasi gerak jatuh bebas dan gerak melingkar.</i>	<i>DIBI gerak jatuh bebas dan gerak melingkar</i>	<i>TP &amp; isian LKM kinematika</i>	<i>Bimbingan pengisian TP, LKM kinematika</i>
<i>Dinamika I</i> <i>a. Hukum Newton dan diagram bebas</i> <i>b. Aplikasi hukum Newton pada balok di atas bidang datar dan miring</i>	<i>Menginkuirikan konsep dinamika I melalui kegiatan demonstrasi gerak balok di atas bidang miring.</i>	<i>DIBI percepatan benda pada bidang miring</i>	<i>TP &amp; isian LKM dinamika I</i>	<i>Bimbingan pengisian TP, LKM dinamika I</i>
<i>Dinamika II</i> <i>a. Statika (Keseimbangan partikel)</i> <i>b. Aplikasi hukum Newton pada benda bergerak melingkar</i>	<i>Menginkuirikan konsep dinamika II melalui kegiatan demonstrasi keseimbangan statik dan gerak melingkar.</i>	<i>DIBI statika dan gerak melingkar</i>	<i>TP &amp; isian LKM dinamika II</i>	<i>Bimbingan pengisian TP, LKM dinamika II</i>
<i>Fluida</i> <i>a. Tekanan dalam fluida statis</i> <i>b. Debit aliran dan persamaan kontinuitas</i> <i>c. Persamaan Bernoulli</i>	<i>Menginkuirikan konsep fluida melalui kegiatan demonstrasi tekanan hidrostatika dan tabung venturi.</i>	<i>DIBI tekanan hidrostatika dan tabung venturi</i>	<i>TP &amp; isian LKM fluida</i>	<i>Bimbingan pengisian TP, LKM fluida</i>
<i>Termofisika I</i> <i>a. Suhu dan Termometer</i> <i>b. Kalor dan Kalorimeter</i> <i>c. Azas Black</i> <i>d. Perpindahan kalor</i>	<i>Menginkuirikan konsep termofisika I melalui kegiatan demonstrasi tara kalor mekanik.</i>	<i>DIBI tara kalor mekanik</i>	<i>TP &amp; isian LKM termofisika I</i>	<i>Bimbingan pengisian TP, LKM termofisika I</i>
<i>Termofisika II</i> <i>a. Sifat gas ideal</i> <i>b. Hukum &amp; persamaan keadaan gas ideal</i> <i>c. Teori kinetik gas ideal</i>	<i>Menginkuirikan konsep termofisika II melalui kegiatan demonstrasi hukum gas ideal</i>	<i>DIBI hukum gas ideal</i>	<i>TP &amp; isian LKM termofisika II</i>	<i>Bimbingan pengisian TP, LKM termofisika II</i>

Keterangan :

- LKM adalah pedoman mahasiswa mengikuti kegiatan perkuliahan ketika merumuskan hipotesis, menguji hipotesis, merumuskan dan mengambil kesimpulan. Konten LKM antara lain: (a) pada tahap merumuskan hipotesis ada sejumlah pertanyaan yang harus dijawab oleh mahasiswa, (b) pada tahap menguji hipotesis ada tabel sebagai tempat menuliskan pertanyaan penuntun dan jawaban hasil diskusi dan (c) pada tahap merumuskan dan mengambil kesimpulan ada sejumlah kalimat tak lengkap sebagai penuntun merumuskan kesimpulan akhir.
- TP merupakan tugas berupa pertanyaan uraian yang harus dijawab mahasiswa terkait konsep yang tidak dibahas dalam perkuliahan. Tujuannya mengkondisikan mahasiswa lebih “siap” mengikuti perkuliahan model Pembelajaran DIBI.

**B. Struktur Kegiatan Praktikum dalam Strategi PPF Terpadu Penelitian**

Judul Praktikum	Kegiatan Praktikum	Konsep Fisika yg Disajikan	Tagihan Tugas
Aparat Agustus atau Sentrifugal	Kelompok mahasiswa mengikuti kegiatan sesuai prosedur dalam petunjuk praktikum Aparat Agustus atau Sentrifugal	Perioda dan frekuensi putar, kecepatan sudut, kecepatan linier, percepatan sentripetal dan gaya sentripetal.	Laporan praktikum Aparat Agustus (Sentrifugal)
Paradoks dan Tekanan Hidrostatik	Kelompok mahasiswa mengikuti kegiatan sesuai prosedur dalam petunjuk praktikum paradoks dan tekanan hidrostatik	Syarat kesetimbangan benda tegar, tekanan hidrostatika, dan paradoks hidrostatika.	Laporan praktikum paradoks dan tekanan hidrostatika

**C. Struktur Kegiatan Penelitian dalam Strategi PPF Terpadu Penelitian**

Topik Penelitian	Kegiatan Pembelajaran	Konsep Fisika yang Disajikan	Tagihan Tugas
Gerak jatuh bebas	Sekelompok mahasiswa mempresentasikan hasil inkuiri terbimbing dan kolaboratif tingkat kelompok yang ditanggapi kelompok mahasiswa lain. Setiap kegiatan pembelajaran hanya diikuti 4 kelompok mahasiswa dan setiap kelompok hanya terdiri dari 2-3 mahasiswa.	Pengaruh perubahan massa terhadap waktu jatuh benda Pengaruh perbedaan planet terhadap waktu jatuh benda Hubungan percepatan, kecepatan dan perpindahan terhadap waktu jatuh benda	Laporan tertulis gerak jatuh bebas oleh penyaji dan ringkasan hasil diskusi oleh peserta lain.
Hukum ke-2 Newton		Dampak perubahan massa dan resultan gaya terhadap besaran kinematika bagi benda bergerak translasi	Laporan tertulis hukum 2 Newton oleh penyaji dan ringkasan hasil diskusi oleh peserta lain.
Persamaan Bernoulli		Pengaruh tekanan dan ketinggian terhadap laju aliran fluida	Laporan tertulis persamaan Bernoulli oleh penyaji dan ringkasan diskusi hasil berpikir analitik dan kreatif oleh peserta lain.
Hukum Newton pendinginan		Pengaruh lingkungan terhadap suhu benda panas	Laporan tertulis hukum Newton tentang pendinginan oleh penyaji dan ringkasan hasil diskusi oleh peserta lain.