

IMPLEMENTASI MODEL EKSPERIMEN GELOMBANG *OPEN-INQUIRY* UNTUK MENGEMBANGKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA FISIKA

Sarwi*, A. Rusilowati, S. Khanafiyah

Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Semarang (UNNES), Semarang, Indonesia

Diterima: 13 Desember 2011. Disetujui: 26 Desember 2011. Dipublikasikan: Januari 2012

ABSTRAK

Pembelajaran Fisika Gelombang (PFG) dilaksanakan melalui implementasi model eksperimen *open-inquiry*. Tujuan utama penelitian ini untuk menguji keefektifan model eksperimen *open-inquiry* untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen pendidikan. Subjek penelitian adalah dua kelompok belajar yang terdiri dari 27 mahasiswa (*eksperimen*) dan 38 mahasiswa (kontrol) tahun 2011. Data penelitian tentang eksperimen *open-inquiry* dan keterampilan berpikir kritis dikumpulkan dengan lembar observasi dan panduan penilaian laporan, dan kuesioner untuk tanggapan mahasiswa. Hasil penelitian yaitu: 1) skor rerata kemampuan eksperimen gelombang *open-inquiry* 80 (tutorial) dan 78 (tanpa tutorial) (skala 100), 2) hasil uji beda t diperoleh 2,205 ($p < 0,05$) dan uji t sampel tunggal diperoleh 10,15 ($p < 0,01$), yang menunjukkan kemampuan bereksperimen kedua kelompok berbeda secara signifikan, 3) skor rerata keterampilan berpikir kritis 80 (tutorial) dan 78 (tanpa tutorial), 4) hasil uji beda t diperoleh 1,864 ($p < 0,05$) dan uji t sampel tunggal diperoleh 8,34 ($p < 0,01$), yang menjelaskan keterampilan berpikir kritis kedua kelompok berbeda secara signifikan. Kesimpulan penelitian adalah implementasi model eksperimen gelombang *open-inquiry* efektif untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa fisika.

ABSTRACT

The Waves Physics Learning (WPL) is carried out through implementation of an open-inquiry experiment waves model. The main objective is to examine of effectiveness of an implementation model and to develop of physics' students critical thinking skills. This research used developmental research model. These data of the implementation experiment and the critical thinking skills were collected by observation sheets, assessment guidelines, and questionnaires for student responses. The results were 1) average score of an open-inquiry experiment model are 80 (tutorial) and 78 (non tutorial) (100 scale); 2) result of t test 2.205 ($p < 0.05$) and one sample t test 10.15 ($p < 0.01$) show that achievement in experiment between two groups was significantly difference; 3) average score of critical thinking skills are 80 and 78 (100 scale), 4) results of t test 1.864 ($p < 0.05$) and t test one sample 8.34 ($p < 0.01$) show that achievement in experiment between two groups was significantly difference (reguler) (100 scale). It can be concluded that the implementation of an open-inquiry experiment waves model effective to develop the critical thinking skills physics students.

© 2012 Jurusan Fisika FMIPA UNNES Semarang

Keywords: experimental open-inquiry; critical thinking skills; waves concepts

PENDAHULUAN

Ilmu Fisika dapat diperoleh melalui te-
lahah pustaka dan eksperimen laboratorium.
Kegiatan laboratorium merupakan salah satu

aktivitas para ilmuwan menemukan ilmu pe-
ngetahuan. Kebijakan Direktur Jenderal Pen-
didikan Dasar dan Menengah telah menetapkan
bahwa pembelajaran sains menggunakan
model *inquiry* baik *guided-inquiry* maupun
open-inquiry sesuai dengan tingkat pendidikan
peserta didik. Model *open inquiry*, menekankan
dosen memaparkan konteks penyelesaian

*Alamat Korespondensi:

Gdg. D7 Lt. 2 Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang, 50229
Telp.: (024) 8316504, Mobile Phone: 08122929255
Email: arwimahmud@yahoo.com

proyek kemudian mahasiswa mengidentifikasi, merencanakan solusi, dan menyelesaikan proyek. Eksperimen *open-inquiry* (*open-ended*) dapat meningkatkan keterampilan kemandirian dan tanggungjawab. Dampak positif model ini adalah mahasiswa dapat menjelaskan secara mendalam (*deeply*) konsep fisika melalui set eksperimen sesuai topiknya (Sarwi & Liliyasi, 2009). Penerapan kegiatan inkuiri dapat dilakukan melalui kerja lapangan dan laboratorium (induktif).

Kemampuan inkuiri sering dikaitkan dengan kegiatan penyelidikan atau eksperimen. Pada kegiatan penyelidikan, mahasiswa dapat mengkonstruksi pemahaman melalui pertanyaan, mendesain, dan menghubungkannya dalam bentuk investigasi, kemampuan analisis, dan mengkomunikasikan penemuannya. Salah satu prinsip utama inkuiri, yakni mahasiswa dapat mengkonstruksi sendiri pemahamannya dengan melakukan aktivitas aktif melalui investigasi pengetahuan.

Model eksperimen inkuiri merupakan model yang sangat kuat menggunakan prinsip belajar konstruktivis, yang menjelaskan bahwa pengetahuan dikonstruksi sendiri oleh peserta didik. Hal yang penting bahwa dalam model inkuiri isi dan proses penyelidikan diajarkan menggunakan prinsip belajar bersama (*learning community*) dalam waktu yang berkelanjutan. Dengan demikian melalui proses penyelidikan, pada akhirnya mahasiswa dapat menemukan pengetahuan yang dipelajari.

Langkah-langkah (sintaks) model inkuiri oleh sejumlah ahli ada perbedaan, tetapi pada dasarnya kegiatan inkuiri meliputi proses: mengidentifikasi masalah, membuat hipotesis, mengumpulkan data, menganalisis data, dan mengambil keputusan. Seseorang yang berinkuiri mengalami pembelajaran yang mengasah aspek kognitif dan aspek afektif, yang mendukung pola pembelajaran metakognisi. Agar pembelajaran berlangsung secara kondusif perlu keterlibatan siswa secara langsung dan aktif. Sementara, Suparno (2007) menyatakan bahwa kegiatan eksperimen *open-inquiry* akan berhasil efektif jika dipenuhi syarat: 1) kebebasan untuk menemukan dan mencari informasi, 2) lingkungan atau suasana yang responsif, 3) fokus masalah yakni jelas arahnya dan dapat dipecahkan siswa, 4) *low pressure* (sedikit tekanan), yakni tidak banyak tekanan sehingga mahasiswa lebih banyak melakukan berpikir kritis dan kreatif.

Priemer (2004) melakukan penelitian dengan cara *inquiry experiment* tentang ener-

gi angin (*wind energy*). Melalui eksperimen ini mahasiswa dapat mengembangkan dan mengevaluasi metode ilmiah, diantaranya mampu mengemukakan argumentasi. Ciri eksperimen inkuiri yakni mengembangkan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dengan tugas yang bercirikan masalah *open-inquiry*. Eksperimen ayunan sederhana dengan menggunakan tiga cara yaitu demonstrasi, menggunakan panduan, dan *inquiry* telah diteliti (Peter, 2006). Subyek penelitian adalah 20 guru dipilih sebagai responden. Hasil yang diperoleh yakni pemahaman konsep pendulum oleh responden bertahan lebih lama dengan menggunakan *inquiry* daripada menggunakan panduan eksperimen. Noe (2007) menyatakan bahwa mahasiswa dapat mengembangkan belajar berkolaborasi untuk merancang eksperimen, penyelidikan dan penemuan mengenai gejala fisika bidang optik secara individual dalam kehidupan keseharian. Penelitian Planinsic (2007) berhasil mengungkap tentang pengembangan kompetensi dan keterampilan proses ilmiah mahasiswa fisika tahun pertama melalui *inquiry laboratory*. Hasil penelitian Turner dan Parisi (2008) berhasil mengungkap bahwa pencapaian kompetensi dengan eksperimen di rumah lebih baik daripada eksperimen di kampus. Pencapaian kompetensi yang lebih baik karena mahasiswa memiliki kesempatan waktu lebih banyak untuk mengembangkan pemikiran dan dapat memanfaatkan alat-alat sederhana (dirangkai sendiri) yang dimiliki di rumah.

Pemahaman materi fisika memerlukan pemikiran dan penalaran agar dapat menyelesaikan masalah fisika. Pada tingkat pendidikan tinggi, berpikir kritis mencakup: 1) pemahaman argumen dan meyakinkannya, b) menilai argumen secara kritis dan meyakinkannya, dan c) mengembangkan dan mempertahankan argumen dengan mendukung secara kuat dan penuh keyakinan (Bassham, *et al.*, 2008). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa berpikir kritis bukan materi bahan ajar tetapi suatu proses atau aktivitas yang selayaknya dimasukkan dalam pembelajaran materi apapun pada level pendidikan tertentu. Dalam penyelesaian masalah fisika diperlukan berpikir logis dan berpikir prosedural karena masalah fisika bersumber dari gejala alam dan materi yang kompleks memerlukan tahapan berpikir mulai berpikir dasar sampai berpikir tingkat tinggi.

Ada lima komponen keterampilan berpikir kritis dalam penguasaan materi pembelajaran fisika (Clulow & Brace-Govan, 2001), yaitu:

1) memberi penjelasan sederhana (*elementary clarification*), 2) memberi penjelasan mendalam/lanjut (*in-depth clarification*), 3) membuat keputusan atau menilai (*judgement*), dan 4) membuat kesimpulan/inferensi (*inference*), serta 5) melakukan langkah strategis (*strategies*). Kerangka kerja berpikir ini membangkitkan proses berpikir ketika melakukan penggalan informasi dan penerapan kriteria yang terbaik untuk memutuskan cara bertindak dari sudut pandang yang berbeda.

Penguasaan materi fisika termasuk gelombang menuntut kemampuan berpikir logis dan kritis, oleh karena itu model yang dikembangkan hendaknya memfasilitasi aktivitas berpikir. Proses pengumpulan fakta dan informasi, berpikir menyimpulkan (deduksi dan induksi), dan melakukan analisis lanjut serta menyusun dan mengkomunikasikan hasil pengolahan data eksperimen gelombang merupakan aktivitas berpikir kritis. Penelitian ini mengungkap efektivitas implementasi model eksperimen gelombang inkuiri terbuka (*open-inquiry*) untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam upaya menguasai mata kuliah gelombang.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Gelombang dan Optik Jurusan Fisika FMIPA salah satu LPTK di Jawa Tengah, Indonesia. Subjek penelitian adalah pembelajaran eksperimen gelombang *open-inquiry* pada mahasiswa program studi pendidikan fisika semester 4 tahun 2011. Subyek penelitian terdiri atas dua rombongan belajar sebagai kelompok eksperimen berjumlah 27 (tutorial) dan 38 (reguler) mahasiswa sebagai kelompok kontrol, ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive random sampling* (sampel bertujuan secara acak). Penelitian ini dirancang dengan menggunakan penelitian eksperimental kependidikan yang merupakan bagian dari penelitian pengembangan (*developmental research*) (Gall *et al.*, 2003).

Implementasi model eksperimen gelombang *open-inquiry* untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dilaksanakan melalui tiga tahapan, yaitu perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi. Penjelasan masing-masing tahap sebagai berikut.

Panduan pelaksanaan eksperimen *open-inquiry* yang meliputi panduan tes lisan, pembentukan kelompok kerja, panduan pelaksanaan, petunjuk presentasi, dan peranca-

ngan eksperimen disusun pada tahap ini. Pada tahap ini disusun instrumen penelitian berupa penilaian produk (laporan), lembar observasi, dan kuesioner yang dilengkapi rubrik penskoran.

Eksperimen *open-inquiry* dilaksanakan dengan tahap-tahap sebagai berikut. Dosen atau asisten mengajukan sejumlah pertanyaan mengenai penguasaan rancangan eksperimen pada saat tes lisan. Tiap kelompok mahasiswa melaksanakan eksperimen dan dosen/asisten melakukan observasi serta memberi arahan jika diperlukan. Selanjutnya, tahap membuat laporan praktikum secara individual.

Data skor penilaian produk dan skor observasi pelaksanaan ditampilkan dalam tabel, grafik, dan diagram. Data skor keterampilan berpikir kritis dan kemampuan eksperimen *open-inquiry* dikumpulkan dengan menggunakan lembar penilaian. Pengolahan data tersebut menggunakan persamaan: $K = (P/N) \cdot 100\%$; dengan K menyatakan persentase mahasiswa yang memperoleh skor > 70; P menyatakan jumlah mahasiswa yang memperoleh skor > 70; dan N menyatakan jumlah semua mahasiswa. Kriteria keberhasilan yakni jika jumlah mahasiswa yang mencapai skor eksperimen *open-inquiry* > 70 sebesar 85% atau lebih dari jumlah mahasiswa. Dengan kata lain, bahwa pengembangan keterampilan berpikir kritis melalui eksperimen gelombang *open-inquiry* berlangsung efektif jika skor rerata hasil penilaian yang mencapai > 70 sebesar $\geq 85\%$. Skor tersebut didasarkan pada acuan penilaian akademik Program Studi Pendidikan Fisika (S-1/sarjana) yakni skor > 70 (nilai B keatas). Pemberian skor bergradasi berdasarkan pada sistem penskoran Marzano (2006). Data tanggapan mahasiswa terhadap pelaksanaan eksperimen *open-inquiry* dari kuesioner tertutup dianalisis secara naratif-kualitatif.

Asesmen keterampilan berpikir kritis dalam eksperimen gelombang *open-inquiry* ditunjukkan pada Tabel 1. Data mencakup skor observasi dan penilaian kinerja/produk dianalisis secara deskriptif-persentase. Kriteria keberhasilan didasarkan pada acuan patokan penilaian akademik program studi LPTK yang diteliti. Pengolahan data kuantitatif menggunakan teknik deskriptif-persentase dengan program *SPSS for Windows v. 16*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diungkap mencakup data implementasi model eksperimen *open-inquiry*

Tabel 1. Format Asesmen Keterampilan Berpikir Kritis pada Eksperimen Gelombang *Open-inquiry* (Clulow & Brace-Govan, 2001)

Tahap	Komponen Keterampilan Berpikir Kritis (KBK)	Indikator Pencapaian Keterampilan Berpikir Kritis (KBK)	Skor			
			1	2	3	4
1	Memberi penjelasan sederhana (elementary clarification)	a. menyusun laporan sesuai sistematika, b. Merumuskan tujuan eksperimen secara spesifik,				
2	Memberi penjelasan mendalam /lanjut (in-depth clarification)	a. menuliskan landasan pustaka secara sistematis dan sekuensial b. menghubungkan antara konsep dalam pustaka secara mengalir (logical flow) c. menjelaskan rumus dan persamaan yang tepat				
3	Membuat keputusan atau menilai (judgement))	a. Menentukan alat dan bahan eksperimen secara tepat, b. melakukan langkah eksperimen dengan benar c. melakukan pengumpulan data secara valid				
4	Membuat kesimpulan/ inferensi (inference)	a. Menganalisis data dan melaporkan sesuai kaidah fisika (angka penting, ketidakpastian) b. melakukan pembahasan hasil secara mendalam c. Menarik kesimpulan secara jelas sesuai rumusan masalah				
5	Melakukan langkah strategis (<i>strategies</i>)	a. kualitas penampilan dalam melaporkan hasil, b. menyusun bahan laporan secara sistematis				

pada gelombang dan keterampilan berpikir kritis mahasiswa fisika. Selain itu, data tanggapan mahasiswa tentang pelaksanaan eksperimen juga dikumpulkan.

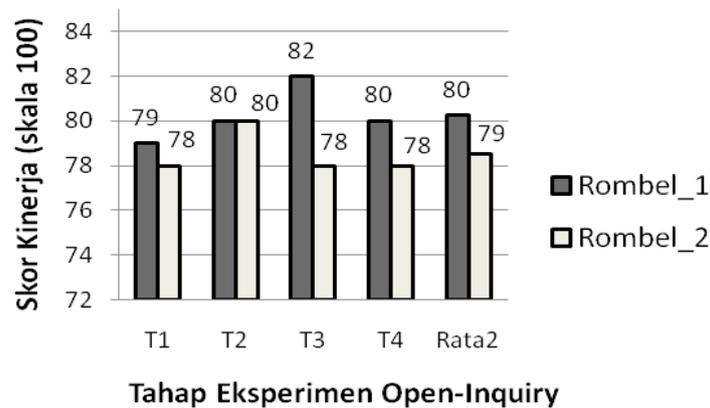
Data hasil penelitian tentang pelaksanaan eksperimen *open-inquiry* mata kuliah gelombang mencakup perancangan, pelaksanaan, pelaporan, dan presentasi laporan secara individual. Skor semua tahap kegiatan eksperimen *open-inquiry* selanjutnya disajikan dalam bentuk diagram seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

Skor rerata sebesar > 70 pada semua ta-

hap eksperimen telah dicapai mahasiswa. Skor telah dicapai oleh mahasiswa sebanyak lebih 85% dari jumlah peserta mata kuliah memenuhi ketuntasan belajar seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Pelaksanaan eksperimen *open-inquiry* dimaksudkan juga untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa fisika. Data lima kompetensi yang dikembangkan dapat dilihat pada Tabel 3.

Sementara, skor rata-rata yang dicapai mahasiswa rombel-1 dan rombel-2 masing-masing 80 dan 78 (skala 100). Data skor kete-



Gambar 1. Skor Semua Tahap Kegiatan Eksperimen *Open-Inquiry* Mata Kuliah Gelombang

Keterangan: T1 : perancangan eksperimen, T2: pelaksanaan , T3: penilaian laporan , T4: presentasi laporan

Tabel 2. Skor Pencapaian Indikator Keberhasilan Model Eksperimen *Open-inquiry* Mata Kuliah Gelombang

Rombel (R)	Jumlah mahasiswa (%)							
	T1		T2		T3		T4	
	≤ 70	>70	≤70	>70	≤ 70	>70	≤ 70	>70
R-1 (27 mhs)	3	97	5	95	0	100	0	100
R-2 (38 mhs)	0	100	8	92	5	95	5	95

Tabel 3. Skor Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) dalam Eksperimen *Open-Inquiry* Mata Kuliah Gelombang

Rombel	Komponen Keterampilan Berpikir Kritis (%)					
	K1	K2	K3	K4	K5	Rata2
Rombel_1	84	81	79	77	78	80
Rombel_2	81	78	77	76	77	78

Keterangan: K1: memberi penjelasan sederhana, K2: memberi penjelasan mendalam/lanjut, K3: membuat keputusan/menilai, K4: membuat kesimpulan/inferensi, K5: melakukan langkah strategis

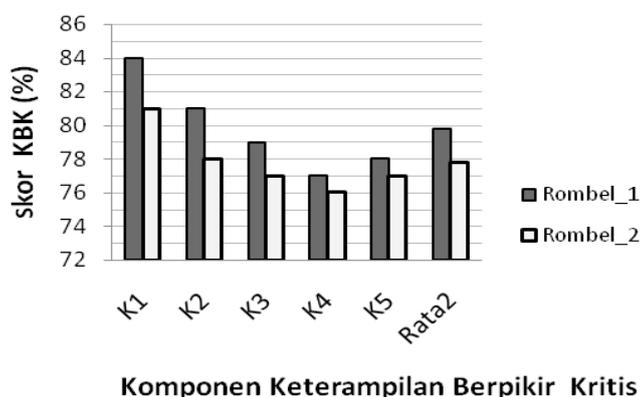
rampilan berpikir kritis yang dicapai mahasiswa melalui model eksperimen gelombang *open-inquiry* disajikan pada Gambar 2.

Selain itu, tanggapan mahasiswa terhadap pelaksanaan eksperimen gelombang *open-inquiry* untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis disajikan pada Tabel 4. Tabel 4 tersebut memuat tanggapan mahasiswa yang dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu tidak setuju, tidak memberi pendapat, dan setuju, dengan pernyataan dalam kuesioner tertutup.

Pembahasan hasil penelitian didasarkan pada dua kelompok data utama yakni penerapan Model Eksperimen Gelombang *Open-inquiry* (MEGO) dan Keterampilan Berpikir

Kritis (KBK) dalam melaksanakan eksperimen tersebut. Selain itu, pembahasan data tanggapan mahasiswa tentang pelaksanaan model eksperimen gelombang *open-inquiry* juga dilakukan.

Skor rerata kemampuan melakukan eksperimen *open-inquiry* rombel-1 dan rombel-2 masing-masing 80 dan 79 (skala 100). Sementara, skor merancang eksperimen gelombang dengan model *open-inquiry* yang dicapai oleh rombel-1 (tutorial) dan rombel-2 (reguler) berturut-turut 79 dan 78. Rombel-1 dengan jumlah 27 mahasiswa diberi tutorial tentang pemahaman dan pendalaman konsep gelombang, sedangkan rombel-2 diberi perkuliahan reguler. Kemampuan merancang eksperimen an-



Gambar 2. Skor Keterampilan Berpikir Kritis (KBK) Mahasiswa melalui Eksperimen Gelombang *open-inquiry*

Tabel 4. Tanggapan Mahasiswa (%) terhadap Pelaksanaan Eksperimen Gelombang *Open Inquiry* untuk Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis

Pernyataan	Tanggapan Mahasiswa (%)		
	TS	TP	S
Model <i>open inquiry</i> cocok untuk menemukan dan memberi penjelasan mendalam/lanjut	2,5	0	97,5
Model eksperimen gelombang <i>open inquiry</i> kondusif untuk penguasaan konsep	5	2,5	92,5
Model <i>open inquiry</i> dapat mengembangkan usaha keras dan kemandirian	0	0	100
Model <i>open inquiry</i> mengembangkan berpikir untuk mengambil keputusan/menilai	5	2,5	92,5
Model <i>open inquiry</i> memberi peluang membahas hasil secara ilmiah dengan pustaka mutakhir	0	0	100
Model <i>open inquiry</i> dapat mengembangkan presentasi secara sistematis dan argumentatif	2,5	2,5	95
Rerata (%)	2,5	1,5	96,0

Keterangan: TS (tidak setuju), TP (tidak ada pendapat), S (setuju)

tara kedua rombel tidak berbeda besar, hanya berbeda satu skor saja. Skor pelaksanaan eksperimen gelombang yang diperoleh kedua rombel sama, sebesar 80. Hal ini menunjukkan bahwa motivasi dan kesungguhan mahasiswa yang berasal dari kedua rombel sama kuatnya. Kemampuan mengoperasikan alat, menggunakan instrumen pengumpul data, melaporkan data observasi, dan bekerjasama antara anggota kelompok, menunjukkan pencapaian hasil yang sama. Hal ini sejalan dengan penelitian Priemer (2004) yang menunjukkan bahwa cara *inquiry experiment* tentang energi angin (*wind energy*) memberi kesempatan luas bagi mahasiswa dalam mengembangkan dan mengevaluasi metode ilmiah, di antaranya mampu mengembangkan kemampuan berargumenta-

si. Demikian juga, penelitian yang dilakukan oleh Peter (2006) tentang eksperimen ayunan sederhana (pendulum) dengan menggunakan tiga cara yaitu demonstrasi, menggunakan panduan, dan *inquiry*, menunjukkan bahwa pemahaman konsep pendulum pada responden bertahan lebih lama dengan menggunakan *inquiry* daripada menggunakan panduan eksperimen. Berdasarkan pembahasan di atas, dapat dinyatakan bahwa *inquiry experiment* dapat mengembangkan kerja ilmiah dan sikap kemandirian mahasiswa untuk mencapai kompetensi yang ditetapkan.

Skor penyusunan laporan eksperimen yang diperoleh rombel-1 dan rombel-2 berbeda secara nyata yakni 82 dan 78 (skala 100). Demikian juga skor untuk presentasi kedua

rombel mencapai hasil yang cukup berbeda yakni 80 dan 78 (skala 100). Pencapaian skor ini dapat dipengaruhi oleh pembekalan tutorial yang berfungsi memberi motivasi kuat dan akses kerjasama antar anggota kelompok sehingga mahasiswa melakukan kajian pustaka lebih lengkap dan pembahasan hasil secara logis dan ilmiah. Kajian pustaka dilakukan mahasiswa dengan menggunakan berbagai sumber diantaranya jurnal ilmiah, skripsi, dan prosiding seminar ilmiah. Kompetensi lain dalam presentasi, juga menunjukkan bahwa skor yang dicapai mahasiswa kedua rombel cukup berbeda. Pemahaman terhadap artikel jurnal dan prosiding membuat mahasiswa lebih bersikap positif dan kritis dalam melakukan presentasi terutama penulisan konsep fisika pada *power point*.

Model pembelajaran inkuiri yang dilakukan kelompok mahasiswa merupakan salah satu cara pembelajaran yang bertujuan memotivasi peserta didik agar saling mendukung dan membantu satu dengan yang lain, untuk menguasai kompetensi yang diajarkan (Suparno, 2007). Mahasiswa sendiri secara berkelompok dalam jumlah kecil berpikir, menentukan hipotesis, menentukan peralatan yang digunakan dan merangkainya, dan mengumpulkan data. Dampak penerapan model inkuiri, membawa mahasiswa lebih bertanggungjawab, lebih mandiri, dan dosen tidak banyak mencampuri kegiatan belajarnya. Tiap kelompok berusaha untuk bersaing, membantu diantara anggota, bertanggungjawab berjalannya kerja kelompok, dan dinamika kelompok. Dengan demikian dampak sosial hasil kerja kelompok mengarahkan pada kesadaran akan pengakuan atas kelebihan dan kekurangan tiap individu dalam kelompok. Teknik ini terbukti efektif diterapkan pada peserta didik yang relatif dewasa dan pada sekolah dengan tipe siswa yang aktif. Pada tahap kerja kelompok dosen/guru memberi lembar kerja dan kuis yang harus diselesaikan oleh kelompok. Kerja kelompok memiliki kelebihan, yaitu: menekankan pada penghargaan tim sehingga tiap anggota mengambil peran aktif dan mengembangkan rasa tanggung jawab individu.

Hasil analisis skor rerata eksperimen *open-inquiry* yang diperoleh rombel-1 (80) dan rombel-2 (78) menghasilkan bahwa perolehan uji beda t sebesar 2,205 dengan derajat bebas 63, menunjukkan berbeda secara signifikan ($p < 0,05$). Selain itu, hasil analisis menggunakan uji t sampel tunggal (kelompok eksperimen) dengan uji standar nilai 75 (standar B) diper-

oleh nilai $t = 10,15$ dengan derajat bebas 26 dan signifikansi $p < 0,01$. Hasil analisis uji statistik ini memberi informasi bahwa kemampuan eksperimen kedua kelompok berbeda secara signifikan. Hasil analisis ini menunjukkan bahwa model eksperimen *open-inquiry* efektif untuk mencapai kompetensi eksperimen yang dicirikan oleh kemandirian dan kerja keras, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis. Tugas yang diberikan saat tutorial kepada kelompok eksperimen dapat membangkitkan motivasi belajar dan membawa mahasiswa lebih berusaha mencari ilmu yang mereka pelajari.

Penelitian yang mendukung hasil penelitian ini telah dilakukan oleh Noe (2007), yang menyatakan bahwa mahasiswa dapat mengembangkan belajar berkolaborasi untuk merancang eksperimen, penyelidikan dan penemuan mengenai gejala fisika bidang optik secara individual dalam kehidupan keseharian. Planinsic (2007) juga berhasil mengungkapkan tentang pengembangan kompetensi dan keterampilan proses ilmiah mahasiswa fisika tahun pertama melalui *inquiry laboratory*. Demikian juga, hasil penelitian Turner dan Parisi (2008) menunjukkan bahwa pencapaian kompetensi dengan eksperimen di rumah lebih baik daripada eksperimen di kampus. Pencapaian kompetensi yang lebih baik karena mahasiswa memiliki kesempatan waktu lebih banyak untuk mengembangkan pemikiran dan dapat memanfaatkan alat-alat sederhana (dirangkai sendiri) yang dimiliki di rumah. Menurut Suparno (2007), eksperimen *open-inquiry* (bebas) menuntut lebih banyak berpikir, mengukur dan mengamati sendiri, menganalisis dan menyimpulkan hasil analisis data. Model eksperimen bebas lebih konstruktivis daripada model eksperimen yang lain. Faktor-faktor yang mendukung dalam pelaksanaan eksperimen yaitu motivasi, kemandirian, keberanian, kualitas kerjasama, dan inisiatif mencari sumber pustaka. Kelompok kerja dalam eksperimen *open-inquiry* produktif bila didukung oleh jumlah anggota kelompok sedikit (Laughlin, *et al.*, 2006).

Model Eksperimen Gelombang *Open-inquiry* (MEGO), dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Hasil penelitian yang berupa skor tiap komponen keterampilan berpikir kritis telah diperoleh kedua rombel. Skor rerata keterampilan berpikir kritis yang diperoleh oleh rombel-1 dan rombel-2 adalah 80 dan 78 (skala 100). Kedua rombel ini diberi pengarahannya (format rancangan dan format laporan) dan bahan penunjang (*manual guide*) yang sama. Berdasarkan data tersebut

rombel-1 dengan jumlah peserta 27 mencapai skor rerata lebih tinggi daripada skor rerata yang diperoleh rombel-2 yang berjumlah 38 mahasiswa. Hasil analisis data keterampilan berpikir kritis yang dicapai kedua rombel termasuk baik (nilai B). Pembelajaran model inkuiri terbuka banyak memberi kesempatan belajar mandiri dan berpikir mendalam, serta bekerja sama dengan anggota kelompok.

Pencapaian keterampilan berpikir kritis melalui eksperimen *open-inquiry* dipresentasikan dengan lima kompetensi. Skor yang dominan tinggi dijumpai pada komponen memberi penjelasan sederhana (K1) yakni 84 pada rombel-1 dan 81 pada rombel-2; sedangkan untuk komponen memberi penjelasan mendalam/ lanjut (K2) skor rerata berturut-turut 81 dan 78 (skala 100). Skor-skor yang dicapai mahasiswa untuk kompetensi K1 dan K2 menunjukkan skor yang lebih tinggi pada rombel-1 daripada skor yang dicapai pada rombel-2. Hasil analisis skor rerata keterampilan berpikir kritis yang dicapai rombel-1 dan rombel-2 menggunakan uji beda t ($\alpha = 5\%$) diperoleh nilai $t = 1,864$ dengan derajat bebas 63 dan signifikansi $p < 0,05$. Hasil analisis uji t sampel tunggal (kelompok eksperimen) terhadap skor rerata 79,48 dengan skor uji 75 (standar B) dan derajat bebas 26, diperoleh nilai $t = 8,34$ dan berbeda secara signifikan ($p < 0,01$). Hasil ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis kelompok yang diberi tutorial lebih tinggi daripada kelompok kontrol (non tutorial) secara signifikan.

Sementara, Santrock (2008) menyatakan berpikir kritis mencakup berpikir secara reflektif dan produktif, serta menilai data/bukti. Pada pembelajaran kelas, pembangkitan berpikir kritis dapat dilakukan dengan mengajukan pertanyaan yang menuntut berpikir tingkat tinggi, misalnya diawali dengan mengapa dan bagaimana. Berpikir kritis mengantarkan mahasiswa untuk memahami topik lebih mendalam dan berusaha menilai data lebih teliti. Keterlibatan mahasiswa dengan aktifitas berpikir selama proses pembelajaran, berdampak positif pada pencapaian penguasaan konsep yang sedang dipelajari. Sebagai contoh, pada tahap kerja kelompok tiap anggota dapat mengemukakan gagasan dan konsep yang dipahami untuk menjawab tugas yang diberikan dosen. Jadi pembelajaran inkuiri berbasis kooperatif memberi penghargaan kelompok didasarkan atas prestasi individual dari semua anggota kelompok dan memiliki sumbangan besar terhadap pencapaian hasil belajar (Laughlin, *et al.*, 2006). Demikian juga pada tahap presentasi,

peserta dapat menyampaikan pertanyaan dan memberi kritik, sehingga kelompok presenter memberi jawaban dan mempertahankan pendapatnya secara logis.

Tanel dan Erol (2008) mengadakan penelitian eksperimen pembelajaran pada materi kemagnetan bagi 100 mahasiswa. Data dikumpulkan dengan tes konsep pengembangan: "*Magnetism Topics Achievement Scale (MTAS)*". Penelitian yang dilakukan Tanel dan Erol disimpulkan bahwa hasil belajar kelompok eksperimen dengan strategi kooperatif lebih baik daripada hasil belajar kelompok kontrol dengan strategi konvensional. Berkaitan dengan hasil penelitian ini dapat dinyatakan bahwa melalui pengelompokan kecil membawa situasi belajar lebih efektif untuk meningkatkan hasil belajar. Penelitian yang dilakukan Tanel *et al.* (2008) mengenai konsep refleksi dan transmisi gelombang mekanik pada mahasiswa calon guru fisika juga mendukung. Hasil penelitian disimpulkan bahwa mahasiswa mengalami miskonsepsi dalam memahami konsep refleksi dan transmisi gelombang, kesulitan dalam melukiskan gelombang pada ujung bebas dan terikat. Dengan demikian pemilihan topik gelombang tepat menjadi sasaran penelitian ini.

Pencapaian kompetensi eksperimen *open-inquiry* sejalan dengan hasil penelitian berbasis laboratorium proyek (*inquiry experiment*) yang dilakukan oleh Planinsic (2007), yang menyatakan bahwa keterampilan kerja ilmiah mahasiswa fisika dapat dikembangkan melalui *inquiry laboratory*, yang dicirikan usaha keras dan kemandirian. Hasil penelitian menggunakan alat peraga gaya gesek (Hartati, 2010) telah berhasil meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa. Kompetensi yang diungkap meliputi menganalisis, mensintesis, dan menguji data. Demikian juga, hasil penelitian Triwiyono (2010) menyatakan bahwa N-gain rerata pencapaian keterampilan berpikir kritis antara kelompok perlakuan dan reguler berbeda secara signifikan pada taraf 5%. Penerapan inkuiri terbimbing pada topik getaran, gelombang, dan bunyi efektif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa. Pandangan Bers (2005) mengenai pembelajaran berpikir kritis menyatakan bahwa: (1) berpikir kritis bukan pelajaran dan bukan materi subjek, tetapi merupakan kompetensi yang harus dimasukkan ke dalam berbagai subjek sehingga peserta didik menampilkan pengalaman pada level keterampilan berpikir tingkat tinggi, (2) pedagogi yang didasarkan pemahaman psikologi kognitif merupakan hal penting

untuk membangkitkan berpikir tingkat tinggi, dan (3) disain instruksional yang memfasilitasi berpikir kritis peserta didik harus menggunakan berbagai model untuk melakukan transfer keterampilan dalam situasi baru.

Tanggapan mahasiswa tentang memberi penjelasan mendalam/lanjut, kompetensi kemandirian dan usaha keras, serta melakukan pembahasan secara ilmiah dengan pustaka mutakhir, mencapai persentase $\geq 97,5\%$ dari jumlah semua mahasiswa. Khusus dua pernyataan yaitu mengembangkan kemandirian dan membudayakan usaha keras, serta membahas dengan pustaka secara ilmiah disetujui oleh 100% mahasiswa. Jumlah persentase tanggapan mahasiswa yang menjawab setuju lebih banyak daripada yang menjawab tidak setuju. Ada enam item pernyataan yang ditanggapi mahasiswa secara positif mencapai persentase $> 90\%$. Pendapat mahasiswa tentang implementasi model eksperimen gelombang *open-inquiry* untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis adalah positif. Hal ini juga didukung data dari pernyataan seorang mahasiswa yang sedang melaksanakan ujian skripsi bahwa pembelajaran gelombang telah menerapkan model *open-inquiry* dan mahasiswa dapat mengembangkan berpikir tingkat tinggi (kritis). Kesimpulan hasil penelitian ini adalah model eksperimen *open-inquiry* pada mata kuliah gelombang dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis secara efektif.

PENUTUP

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. Implementasi model eksperimen gelombang *open-inquiry* dapat dilaksanakan secara efektif. Hal ini ditunjukkan hasil uji t sampel tunggal 10,145 ($p < 0,01$) dan uji beda t sebesar 2,205 antara skor rerata (80) kelompok tutorial (rombel-1) dan skor rerata (78) kelompok non tutorial (rombel-2), dengan signifikansi $p < 0,05$. Keterampilan berpikir kritis dicapai kelompok tutorial dengan skor rerata 80 dan non tutorial 78 (skala 100). Hasil analisis menggunakan uji t sampel tunggal diperoleh nilai 8,34 ($p < 0,01$). Hasil analisis dengan uji beda t diperoleh nilai 1,864 ($p < 0,05$). Mahasiswa peserta mata kuliah gelombang memberi respon positif terhadap implementasi model. Kesimpulannya adalah implementasi model eksperimen gelombang *open-inquiry* efektif untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis mahasiswa fisika. Berdasarkan hasil analisis, disarankan untuk per-

kuliahan eksperimen hendaknya pembelajaran dirancang untuk mengembangkan kompetensi kepribadian (sikap ilmiah) dan kompetensi kecakapan (berpikir kritis, kreatif, mengambil keputusan).

DAFTAR PUSTAKA

- Bassham, G., Irwin, W., Nardone, H., & Wallace, J.M. 2008. *Critical Thinking: A Student Introduction*, 2nd edition. Singapore: McGraw-Hill Company, Inc
- Bers, T. 2005. Assessing Critical Thinking in Community Colleges. *New Directions for Community Colleges*, 130: 15 – 25
- Clulow, V. & Brace-Govan, J. 2001. *Learning through bulletin board discussion: A preliminary case analysis of the cognitive dimension*. Paper presented in the Moving Online Conference II, September 2-4, 2001, Gold Coast, Australia
- Gall, M.D., Gall, J.P. & Borg, W.R. 2003. *Educational Research: An Introduction (7th ed.)*. Boston: Allyn and Bacon
- Hartati, B. 2010. Pengembangan Alat Peraga Gaya Gesek untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 6 (2): 128-132
- Laughlin, P.R., Hatch, E.C., Silver, J.S., & Boh, L. 2006. Groups Perform Better Than the Best Individuals on Letters-to-Numbers Problems: Effects of Group Size. *Journal of Personality and Social Psychology*, 90 (4): 644-651
- Marzano, R.J. 2006. *Classroom Assessment & Grading that Work*. Alexandria: The Association for Supervision and Curriculum Development
- Noe, J.W. 2007. *Simple Creative Projects from an Optics Teaching Laboratory*. USA: Department of Physics and Astronomy, University Stony Brook
- Peter, D.R. 2006. *Teacher Perception of Different Modes of Conducting a Physics Experiment*. Malaysia: SEAMEO RECSAM
- Planinsic, G. 2007. Project Laboratory for First Students. *European Journal of Physics*, 28: S71-S82
- Priemer, B. 2004. *Open-ended Experiment about Wind Energy*. Germany: Department of Physics and Astronomy
- Santrock, J.W. 2008. *Educational Psychology*. Third Edition. Singapore: McGraw-Hill International Edition
- Sarwi & Liliyasi, 2009. Penerapan *Open-ended Laboratory Technique* pada Eksperimen Gelombang. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, III (2): 111-120
- Suparno, P. 2007. *Metodologi Pembelajaran Fisika*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma
- Triwiyono. 2011. Program Pembelajaran Fisika Menggunakan Metode Eksperimen Terbimbing

- ing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7 (2): 80-83
- Tanel, Z. & Erol, M. 2008. Effects of Cooperative Learning on Instructing Magnetism: Analysis of an Experimental Teaching Sequence. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 2 (2):124-136
- Tanel, R., Sengoren, S.K., & Kavcar, N. 2008. Prospective Physics Teachers' Ideas and Drawings about The Reflection and Transmission of Mechanical Waves. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 2 (2): 113-123
- Turner, J. & Parisi, A. 2008. A Take-Home Physics Experiment Kit for On-Campus and Off-Campus Students. *Journal of Teaching Science*, 54