

EFEK PEMBELAJARAN BERBASIS PROYEK TERBIMBING TERHADAP PERKEMBANGAN KETERAMPILAN PROSES DAN SIKAP SAINS SISWA

Tasiwan

SMPN 1 Paninggaran Kab. Pekalongan
Jalan Raya Paninggaran, Kab. Pekalongan, Jawa Tengah

E-mail: iwan1112000@yahoo.com

INTISARI

Telah dilakukan penelitian untuk menganalisis perkembangan keterampilan proses dan sikap sains siswa dalam pembelajaran berbasis proyek secara terbimbing, dengan populasi penelitian seluruh siswa SMP 1 Paninggaran, Kab. Pekalongan, Jawa Tengah sebanyak 503 orang. Siswa ditugaskan untuk merealisasikan bel listrik sederhana, rangkaian arus seri-paralel, dan tuas. Penguatan kognitif dilakukan melalui diskusi kelompok, pembuatan peta konsep, ekspositori guru di kelas, dan kegiatan eksperimen laboratorium. Data diambil melalui pretest, post test, observasi partisipatif oleh dua orang observer, penilaian produk, peta konsep dan laporan kegiatan eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa mengalami peningkatan kemampuan analisis-sintesis dan keterampilan proses sains dengan tingkat motivasi 0,77 (tinggi) dan sikap sains 0,80 (tinggi). Disarankan bagi guru untuk mengembangkan model-model pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan proses dan sikap sains sejak pendidikan dasar.

Kata kunci: pembelajaran berbasis proyek terbimbing, keterampilan proses sains, sikap sains.

EFFECT OF GUIDED PROJECT-BASED LEARNING TO THE DEVELOPMENT OF STUDENTS' SCIENCE PROCESS SKILLS AND SCIENCE ATTITUDES

ABSTRACT

A study was conducted to investigate the development of science process skills and science attitudes in students in guided project-based learning, with all 503 students at SMPN 1 Paninggaran, Pekalongan Regency, Central Java as population. Students were given an assignment to make a simple electric bell, series and parallel current circuits, and levers. Cognitive reinforcement was performed through group discussions, concept mapping, expository teaching in the classroom, and laboratory activities. Data were retrieved through a pretest, a posttest, a participant observation by two observers, a product assessment, evaluation of concept maps and a report of experimental activities. The results show that the students have increased the ability of analysis and synthesis and science process skills with the levels of motivation 0.77 (high) and science attitudes of 0.80 (high). It is recommended for teachers to develop learning models of which can improve student's science process skills and science attitudes early since primary education.

Keywords: guided project based learning, science process skills, science attitudes.

I. PENDAHULUAN

Keterampilan proses sains merupakan kompetensi penting yang harus dicapai dalam proses pembelajaran sains. Sejak permulaan abad 21, keterampilan proses sains merupakan komponen penting yang diintegrasikan secara nyata dalam kurikulum di berbagai negara sebagai akibat dari pergeseran jaman industri

menuju abad pengetahuan (*knowledge age*). Analisis yang dilakukan oleh Trilling dan Hood menyatakan bahwa tahun 2000 merupakan masa transformasi pandangan filosofi pendidikan, proses pembelajaran, fungsi guru, dan tujuan pembelajaran sesuai keterampilan yang dibutuhkan. Implikasinya, terjadi revitalisasi pendidikan yang mengarah pada pembelajaran yang cenderung terbuka, fleksibel, inkuiri, mengedepankan tim, berbasis dunia nyata, masalah, dan proyek serta bergesernya fungsi guru menjadi fasilitator, konsultan, guide, dan partner belajar bagi siswa (Trilling dan Hood, 1999).

Di Indonesia, transformasi pendidikan direspon dengan revitalisasi visi baru melalui empat pendekatan, yaitu (1) pendidikan berorientasi kecakapan hidup (*life skills*), (2) kurikulum dan pembelajaran berbasis kompetensi, (3) pembelajaran berbasis produksi (*product-based education*), dan (4) pendidikan berbasis luas (*broad-based education*) (Depdiknas, 2002, 2003, 2005). Orientasi pendidikan yang mengedepankan *academic achievement* seperti Nilai Ebtanas Murni (NEM) dengan kurikulum yang sarat isi mulai bergeser menuju orientasi pendidikan pada kecakapan hidup melalui kurikulum berbasis kompetensi 2004 (KBK) yang disempurnakan menjadi kurikulum tingkat satuan pendidikan 2006 (KTSP) dan kurikulum berbasis sains 2013 yang mengembangkan keterampilan proses sains melalui pendekatan saintifik.

Pada kenyataannya, proses pendidikan yang berjalan belum memberikan hasil yang sesuai dengan harapan. Hasil studi TIMSS-R (Trend International Mathematics and Science Study Repeat) tahun 1999, siswa-siswi SLTP Indonesia menempati peringkat 32 untuk IPA dan 34 untuk Matematika dari 38 negara yang diteliti di Asia, Australia, dan Afrika (Depdiknas, 2002). Selanjutnya dari hasil studi TIMSS pada tahun 2003, bidang IPA siswa-siswi Indonesia menempati peringkat 37 dari 46 negara, dan pada tahun 2007 menempati peringkat 35 dari 49 negara (Efendi, 2010). Dari hasil studi PISA (Programme for International Student Assessment) tahun 2006, kemampuan proses dan sikap sains siswa-siswi Indonesia berada pada kategori rendah dengan skor sains total 393, identifikasi isu sains berada pada skala -0,4, menjelaskan fenomena sains berada pada skala 1,1, kemampuan menerapkan sains berada pada skala 7,8, dan pengetahuan tentang sains berada pada skala -6,4 (OECD, 2012). Selanjutnya, dalam hasil studi PISA pada tahun 2009 dilaporkan bahwa kemampuan proses dan sikap sains siswa Indonesia menempati peringkat 60 dengan nilai 383 (OECD, 2012). Didukung dengan hasil *field study* yang dilakukan di SMP 2 Kesesi Pekalongan, Jawa Tengah pada tahun ajaran 2011/2012, penulis mendapati 80 % siswa kelas VIII tidak memiliki kemampuan memadai dalam mengonversi satuan besaran pokok, tidak mampu membaca skala alat ukur dengan benar dan tepat pada skala desimal, bahkan tidak mampu mengukur panjang apabila titik acuan bukan pada skala nol.

II. DASAR TEORI

IPA merupakan pengetahuan yang bersumber dari konsep natural yang diperoleh melalui proses penalaran, penyelidikan ilmiah, dan eksperimen untuk menjelaskan gejala-gejala alam sehingga menghasilkan suatu produk berupa hukum, teori, postulat, prinsip, dan konsep. Produk-produk tersebut memiliki karakteristik berupa perhitungan, lambing, rumus, besaran, dan satuan. Oleh karena itu, pembelajaran IPA memiliki karakteristik berupa proses ilmiah atau kerja ilmiah yang didasarkan pada kemampuan berpikir dan penyelesaian masalah (*problem solving*) (Wiyanto, 2008). Sistem pendidikan IPA harus membantu siswa dalam mencapai tujuan : (1) membangun sejumlah konsep dan sistem konseptual bermakna, (2) mengembangkan keterampilan berpikir bebas, kreatif, dan kritis, (3) kemampuan untuk menerapkan pengetahuannya untuk belajar, memecahkan masalah dan membuat keputusan (Lawson, 1995).

Dalam implikasinya, kegiatan pembelajaran yang dituntut adalah proses yang sesuai dengan Permendiknas Nomor 22 tahun 2006 dan Permendiknas Nomor 41 tahun 2007, yaitu kegiatan pembelajaran yang membangkitkan proses dan cara mencari tahu tentang alam yang dirancang secara sistematis untuk memberikan pengalaman belajar melalui keterlibatan siswa dalam proses mental dan fisik, interaksi antar peserta didik, peserta didik dan guru, lingkungan, masyarakat, dan sumber belajar lainnya dalam rangka pencapaian kompetensi dasar (KD).

Dalam sistem pendidikan IPA, keterampilan proses sains adalah kompetensi praktis yang menunjukkan pemahaman siswa dalam konsep pembelajaran dan penerapan IPA serta memungkinkan siswa untuk memperoleh pengetahuan (Bati, dkk., 2010, Karsli, dkk., 2010). Menurut Ozgelen (2012), keterampilan proses sains adalah kemampuan berpikir yang digunakan oleh ilmuwan dalam mengkonstruksi pengetahuan untuk menyelesaikan masalah dan memformulasikan satu kesimpulan/hasil.

Keterampilan proses sains melibatkan seluruh komponen keterampilan kognitif, manual dan sosial. Keterampilan kognitif atau intelektual terlibat karena dalam melakukan keterampilan proses siswa menggunakan pikiran dan pengetahuannya. Keterampilan manual dibutuhkan dalam keterampilan proses karena melibatkan penggunaan alat dan bahan, pengukuran, penyusunan, atau perakitan alat. Keterampilan sosial dimaksudkan bahwa mereka berinteraksi dengan sesamanya dalam melaksanakan kegiatan belajar-mengajar dengan keterampilan proses misalnya mendiskusikan hasil pengamatan (Rustaman, 2005). Hasil

penelitian Nakayama (1988) terhadap 107 mahasiswa fakultas PGSD melaporkan adanya hubungan antara struktur kognitif mahasiswa dengan keterampilan proses sains terintegrasi dalam kemampuan menyatakan hipotesis, mengidentifikasi, merancang investigasi, grafik, dan mengintegrasikan data. Akan tetapi, perbedaan struktur kognitif dan gaya preferensi kognitif tidak berhubungan keterampilan proses sains terintegrasi. Penelitian yang dilakukan oleh Ozgelen (2012) dengan memberikan tes secara acak terhadap 306 siswa dari sekolah umum (*public schools*), *private schools* dan *bussed schools* menemukan bahwa keterampilan proses sains mereka dipengaruhi oleh perkembangan kognitif dan kerangka domain kognitif yang mereka miliki, akan tetapi seolah-olah ada link tertutup antara domain kognitif dan keterampilan proses siswa. Keterkaitan antara domain kognitif dan keterampilan proses sains akan membentuk keterampilan berfikir tingkat tinggi berupa keterampilan mengolah informasi, berpendapat, menemukan, berfikir kreatif, mengevaluasi dan menyelesaikan masalah. Hasil penelitian Aktamis dan Ergin (2008) memaparkan bahwa proses pembelajaran yang mengembangkan keterampilan proses sains dapat membangkitkan kreatifitas, sikap ilmiah dan hasil belajar siswa. Selain itu, akuisisi keterampilan proses sains memiliki pengaruh yang besar dalam mengembangkan logika berpikir, efisiensi, dan proses mental orde tinggi seperti berpikir kritis dan pengambilan keputusan (Farsakoglu, dkk., 2008, Hafidzan, dkk., 2012). Individu yang dapat mengembangkan proses mental orde tinggi akan mampu berpikir kreatif dan dapat mentransfer kemampuan ini ke disiplin lain dengan pengetahuan dan keterampilan yang kokoh (Meador, 2003).

Dalam prosesnya, pengetahuan dan keterampilan yang kokoh akan didapatkan dalam lingkungan belajar yang kaya (*rich environment*) dan bermakna guna dengan situasi yang dikonstruksi melalui tugas-tugas dan pekerjaan otentik (Hung dan Chen, 2000). Salah satu model pembelajaran yang mengaktualisasi situasi otentik adalah pembelajaran berbasis proyek. Oleh karena itu, perlu dilaksanakan kajian lebih dalam tentang efek pembelajaran berbasis proyek terbimbing terhadap perkembangan keterampilan proses dan sikap sains siswa.

III. METODE PENELITIAN

Populasi penelitian adalah seluruh siswa SMPN 1 Paninggaran, Kab. Pekalongan, Jawa Tengah yang berjumlah 503 siswa. Hasil uji homogenitas menghasilkan F hitung sampel sebesar 1,2325. Dengan membandingkan F hitung terhadap F tabel didapatkan nilai F hitung lebih kecil dari F tabel pada taraf kepercayaan 1 % sebesar 2,39 dan pada taraf kepercayaan 5 % sebesar 1,89, sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel dan populasi penelitian merupakan subyek homogen.

Sebelum pembelajaran, siswa dikelompokkan dengan anggota 4–5 siswa dan diberi tugas proyek untuk merealisasikan bel listrik sederhana, rangkaian arus, dan tuas. Proyek dikerjakan di kelas, di luar jam belajar, dan di rumah. Observasi tugas proyek di sekolah dilaksanakan secara langsung oleh observer, sedangkan observasi pada saat pelaksanaan di rumah dilakukan secara tidak langsung melalui analisis rekaman video dan foto kegiatan siswa. Berbasis kegiatan dan produk proyek, pada pertemuan pertama siswa melakukan diskusi kelompok dan pembuatan peta konsep. Pada pertemuan kedua, siswa menerima konsep melalui ekspositori guru di kelas, dan pada pertemuan selanjutnya siswa melakukan kegiatan eksperimen laboratorium. Data diambil melalui pretest, post test, observasi partisipatif pembelajaran oleh dua orang observer, penilaian produk, peta konsep dan laporan kegiatan eksperimen. Teknik analisis data meliputi uji prasyarat data dan uji hipotesis. Uji prasyarat data dilakukan melalui uji normalitas data dengan *chi* kuadrat, uji korelasi data *product moment r*, dan uji homogenitas *F-two sample for variances*. Uji hipotesis dilakukan melalui penentuan pusat data, uji komparatif *t two tail test*, dan uji perlakuan menggunakan uji *gain* ternormalisasi dan *anova one way*.

Kualitas peningkatan diuji dengan uji *gain* ternormalisasi menggunakan persamaan (Hake, 1998, Parno, 2014). Aspek dan kriteria motivasi sains mengacu pada skala motivasi model ARCS (*attitude, relevance, confidence dan satisfaction*) yang dikembangkan oleh John Keller pada tahun 1987 dan disempurnakan oleh Klotz pada tahun 2010. Adapun aspek dan kriteria sikap sains menggunakan model TOSRA (*test of science related attitudes*) yang dikembangkan oleh Barry J. Fraser pada tahun 1982.

Dari hasil uji normalitas *chi* kuadrat didapatkan bahwa data penelitian memiliki kecenderungan terdistribusi secara normal pada taraf signifikansi 1 % dengan interval data terendah 25 dan tertinggi 84. Hasil *chi* kuadrat hitung sebesar 14,538 lebih kecil daripada *chi* kuadrat tabel pada taraf reliabilitas 1 % untuk $df = 5$.

Dari hasil uji korelasi data didapatkan koefisien korelasi sebesar 0,4848 pada kategori sedang yang menunjukkan ada hubungan positif data sampel pada taraf reliabilitas 5 %. Hasil uji homogenitas F dengan *two sample variances* diperoleh nilai F hitung untuk pretes dan postes berturut-turut sebesar 1,232 dan 1,143 dengan $df = 32$ dan 31, jadi nilai F hitung lebih kecil dari F tabel untuk taraf reliabilitas 5 %..

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa proses pembuatan proyek bel listrik, rangkaian listrik, dan tuas yang dilakukan oleh siswa menumbuhkan dan mengembangkan keterampilan proses dan sikap sains. Meskipun pada tugas proyek I, didapati 42,85 % siswa mengalami kesulitan dalam mengaplikasikan desain, akan tetapi pengalaman tugas proyek menjadikan siswa lebih percaya diri dan keterampilan proses sains berkembang lebih baik. Teramati minimal ada delapan aspek keterampilan proses sains yang berkembang yaitu keterampilan mengaplikasikan model, observasi, merangkai alat, mengidentifikasi, mengukur dan menggunakan alat, mendesain, melakukan eksperimen, dan memformulasi hipotesis sebagaimana ditunjukkan pada Tabel I.

Tabel I. Perkembangan keterampilan proses sains dalam tugas proyek.

No	Keterampilan Proses	Contoh Aplikasi yang Teramati	Keterangan
1	Mengaplikasikan model	Proyek bel listrik, rangkaian seri-paralel, tuas	7 kelompok
2	Observasi	Analisis penggunaan dasar kaleng elastis /salah satu lampu lebih redup dari yang lain	3 kelompok
3	Merangkai alat	Menggulung kawat email sebagai elektro-magnetik Membentuk percabangan/paralel kabel	7 kelompok
4	Mengidentifikasi	Menyatakan kawat email tidak bisa disambung kecuali harus diampelas atau dikerik emailnya	2 kelompok
5	Mengukur dan menggunakan alat	Menentukan jarak dan kedudukan sesuai desain Menggunakan penggaris, palu, obeng/drei, gergaji, solder, dan lem gun.	7 kelompok
6	Mendesain secara mandiri	Tempat baterai kayu dan crop lampu dari kertas	2 kelompok
7	Eksperimen	Mengidentifikasi munculnya magnet dengan paku kecil Mengubah posisi baterai	6 kelompok
8	Formulasi hipotesis	Menyatakan baterai diperbanyak, lilitan diperbanyak, posisi paku dibalik, memotong bagian runcing paku, sambungan kabel dipindah.	4 kelompok

Hasil observasi selama proses pembelajaran menunjukkan bahwa melalui pembelajaran berbasis proyek, keterampilan proses sains siswa berkembang lebih baik dalam 16 aspek, sedangkan kelas kontrol lebih baik dalam tiga aspek, dan keduanya memiliki kesetaraan keterampilan proses sains dalam enam aspek sebagaimana ditunjukkan pada Tabel II.

Pada akhir pembelajaran, siswa memiliki perkembangan keterampilan proses sains dalam tinjauan kognitif rata – rata sebesar 62,22 % sebagaimana ditunjukkan pada Tabel III. Temuan penelitian menunjukkan bahwa melalui pembelajaran berbasis proyek, siswa memiliki perkembangan keterampilan proses sains lebih baik. Kemampuan berpikir analitis juga lebih baik daripada model pembelajaran langsung. Hal ini menunjukkan kesesuaian dengan teori Ausubel, Bruner, Piaget, John Dewey dan Vigotsky. Tugas proyek yang dilaksanakan siswa sebelum proses pembelajaran di kelas memiliki pengaruh dalam membangkitkan proses berpikir tingkat tinggi dan kreatif sebagaimana temuan Marlinda (2012).

Tabel II. Rata-rata perkembangan aspek keterampilan proses sains selama pembelajaran.

No	Aspek	Rata-rata Eksperimen	Rata-rata Kontrol
		(skor skala 5)	(skor skala 5)
1	Menggambarkan informasi/konsep	4.67	4.33
2	Mengidentifikasi persamaan dan perbedaan	4.33	4.33
3	Menyatakan konsep	5.00	4.67
4	Mengungkapkan pendapat yang masuk akal	4.67	4.00
5	Menyatakan hipotesis baru dari informasi lengkap	4.00	4.00
6	Keterampilan menggunakan alat	5.00	4.33
7	Menentukan skala alat	4.33	4.00
8	Mengkomunikasikan secara lisan/tertulis	4.33	4.00
9	Mempresentasikan hasil karya/ lembar kerja	4.33	4.00
10	Menggambarkan grafik/peta konsep/objek	4.67	4.67
11	Mengelompokkan objek yang memiliki kesamaan	4.33	4.00
12	Menyatakan praduga sementara	3.33	3.00
13	Menggunakan pengalaman hidup	4.00	3.33
14	Menentukan variabel	4.00	3.67
15	Mengungkapkan pengertian variabel	3.67	4.00
16	Mengidentifikasi kejadian	4.00	3.67
17	Menyatakan perubahan variabel	4.33	3.67
18	Merangkai alat	5.00	4.00
19	Menentukan data	4.00	4.33
20	Menghubungkan antar data	3.67	3.67
21	Menggambarkan pola/tabel/ diagram/konsep	4.00	4.00
22	Mengungkapkan pola/tabel/ diagram/peta konsep	4.00	4.00
23	Menjelaskan secara konseptual/teoritis	4.67	4.00
24	Menerapkan konsep	4.67	3.67
25	Mengaplikasikan desain/gambar	4.33	4.67

Tabel III. Perkembangan keterampilan proses sains dalam tinjauan kognitif.

No	Keterampilan Proses Siswa	No Soal Tes	Kemampuan Siswa	
			Eksperimen (%)	Kontrol (%)
1	Observasi	1, 2	89,06	95,45
2	Menarik kesimpulan	3, 4,	57,81	66,67
3	Mengukur dan menggunakan alat	22, 25	43,75	33,33
4	Mengkomunikasikan	4, 10, 11,	57,29	55,56
5	Mengklasifikasi	2, 17	79,69	80,30
6	Memprediksi	3, 4, 24	63,54	53,54
7	Mengontrol variabel	12, 13, 14, 15, 21	68,75	53,94
8	Mendefinisikan operasional	8, 10, 11,	47,92	59,60
9	Memformulasikan hipotesis	5, 6, 16, 19	67,97	65,15
10	Melakukan eksperimen	3, 6, 7	59,38	70,71
11	Menginterpretasikan data	3, 4, 9,	45,83	46,46
12	Memformulasikan model	18, 20, 21, 23,	65,625	28,03
Rata –Rata			62,22	59,06

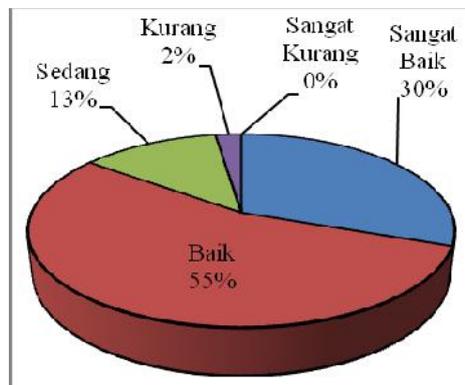
Hasil angket respon siswa pada aspek – aspek sikap sains menunjukkan bahwa melalui penugasan proyek, siswa mengalami perkembangan sikap sains lebih baik. Persentase siswa dengan kategori sangat baik dalam aspek sikap penyelidikan ilmiah (I) sebesar 15,63 %, adopsi sikap ilmiah (A) sebesar 28,10 %, kepuasan

dalam pembelajaran sains (E) sebesar 34,40 %, dan minat sains (L) sebesar 43,80 % sebagaimana ditunjukkan pada Tabel IV.

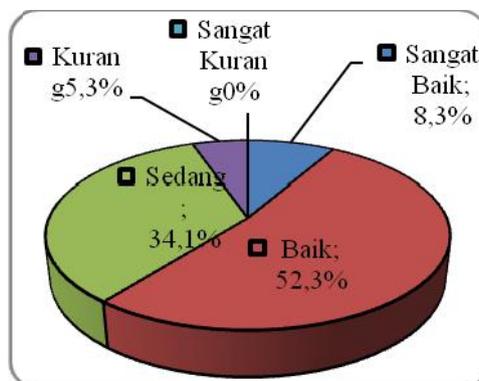
Tabel IV. Respon sikap sains siswa.

Kelas	Kategori	Aspek Sikap Sains (%)				Jml Siswa
		I	A	E	L	
Eksperimen	A	15,63	28,10	34,40	43,80	32
	B	65,63	68,80	37,50	46,90	
	C	18,75	3,13	18,80	9,38	
	D	0	0	9,38	0	
	E	0	0	0	0	
Kontrol	A	3,03	12,10	6,06	12,10	33
	B	54,55	54,50	45,50	54,50	
	C	39,39	33,30	39,40	24,20	
	D	3,03	0	9,09	9,09	
	E	0	0	0	0	

Demikian juga persentase siswa dengan sikap sains kategori baik dan sangat baik pada kelas eksperimen lebih besar daripada siswa kontrol. Persentase siswa eksperimen yang memiliki sikap sains kategori sangat baik sebesar 30 % dan persentase siswa dengan kategori baik sebesar 55 % dengan tingkat sikap sains sebesar 80,2 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. Perbandingan kategori sikap sains (a) kelas eksperimen dan (b) kelas kontrol.

Kondisi ini disebabkan pada proses pembuatan proyek siswa dibimbing menggunakan kemampuan kognitif untuk memecahkan masalah yang dihadapi melalui proses berpikir analitis hingga mencapai fase *problem solving*. Meskipun diawal pembuatan proyek siswa merasa berat dan kurang percaya diri, tapi dalam pelaksanaan pembuatan proyek siswa teramati percaya diri dan berhasil mengaplikasikan desain. Aspek – aspek keterampilan proses sains siswa berkembang pada saat pembuatan proyek yang teramati secara langsung atau tak langsung melalui video dan foto. Proyek yang diaplikasikan siswa membuat mereka memperoleh pengalaman belajar dan pengembangan diri dalam keterampilan bekerjasama, berkolaborasi, dan mempraktekkan keterampilan komunikasi melalui interaksi dan refleksi ide, dan keterampilan mengelola sumber.

Pola pikir analitis berkembang sejalan dengan perkembangan keterampilan proses. Pada saat siswa mendapatkan masalah dalam pembuatan proyek, siswa mengaktifkan pola pikir induktif diagnostik dengan menganalisis aspek – aspek penyebab dan kemungkinan solusi yang sesuai dengan parameter masalah yang mereka miliki (Cennamo, dkk., 2011, Monson, 2008). Dalam penelitian ini teramati ketika siswa mendapati proyek bel listrik yang mereka buat tidak berfungsi maka siswa melampaui tahap demi tahap metode berpikir analitis. Mereka mendefinisikan masalah dan kriteria solusi, siswa membolak-balikkan hasil proyek mereka seolah-olah mengajukan pertanyaan dalam kognitif mereka “mengapa bel listrik tidak berfungsi?”. Pada kondisi ini secara tidak sadar siswa telah memiliki kemampuan pengetahuan identifikasi. Selanjutnya siswa teramati memegang beberapa bagian yang dianggap sebagai sumber masalah dan menguji coba solusi dengan mengencangkan beberapa bagian atau menata ulang bagian bagian tertentu. Pada tahap ini, siswa telah melangkah pada elaborasi pengetahuan dengan menganalisis aspek – aspek dan solusi yang mungkin serta mengajukan hipotesis dalam kognitif mereka bahwa batu baterai mungkin terpasang terbalik, paku tidak berfungsi sebagai elektromagnetik, jumlah lilitan pada paku terlalu sedikit, luas bidang paku terlalu kecil, dan sebagainya. Tahap selanjutnya siswa mengembangkan hipotesis dengan merencanakan, menguji coba, dan memilih solusi terbaik melalui eksperimen atau *trial and error*. Pada tahap pengetahuan rencana ini siswa teramati melakukan pengujian elektromagnet dengan meletakkan paku – paku kecil pada lilitan, mengubah-ubah posisi baterai, memperbaiki dan memperbanyak lilitan, bahkan memotong bagian runcing paku sehingga memperoleh solusi (Garner, 2012, Marshall, 2007, Panggabean dan Suyanti, 2012).

Keterampilan–keterampilan baru teramati muncul pada siswa selama pembuatan proyek, diantaranya menggulung kawat email, membuat percabangan kabel, menyambung kawat email dengan melepas emailnya terlebih dahulu, menggunakan lem tembak dan solder dengan benar, dan menggunakan drei bagi siswa perempuan. Hal lain yang teramati selama pembuatan proyek adalah peningkatan kinerja ilmiah siswa dan kemampuan siswa dalam mencapai tingkat berpikir kreatif dengan memodifikasi tempat batu baterai secara mandiri pada proyek bel listrik dan membuat krop lampu dari bahan dasar kertas pada proyek rangkaian seri – paralel, memotong ujung paku untuk memperkuat elektromagnet, serta mengontrol/mengelola waktu untuk dapat menyelesaikan proyek tepat pada waktunya. Hal ini sesuai dengan teori John Dewey yang menyatakan bahwa interaksi langsung antara siswa dengan sumber belajar merupakan faktor utama dalam memperoleh pengalaman belajar. Hal ini didukung dengan temuan Marlinda (2012) yang menyimpulkan bahwa tugas proyek berpengaruh kuat dalam meningkatkan kinerja ilmiah siswa.

Dengan menganalisis hasil observasi tersebut maka didapat bahwa tugas proyek yang dilaksanakan oleh siswa berpengaruh terhadap kemampuan motorik dan domain kognitif siswa. Hal ini disebabkan selama tugas proyek, siswa terlibat secara langsung dalam aktivitas pengembangan keterampilan motorik dan kognitif tingkat tinggi melalui keaktifan siswa dalam pemecahan masalah dari problem – problem yang kompleks (Nakayama, 1988, Ozgelen, 2012).

Dalam proses pembelajaran, siswa lebih unggul dalam 14 aspek keterampilan proses sains yang meliputi : menggambarkan informasi/konsep, menyatakan ide/konsep, mengungkapkan pendapat yang masuk akal, menggunakan alat, menentukan skala alat, mengkomunikasikan secara lisan/tertulis, mempresentasikan hasil karya/lembar kerja, mengelompokkan objek yang memiliki kesamaan, menyatakan praduga sementara, menggunakan pengalaman hidup, menentukan variabel, mengidentifikasi kejadian, menyatakan perubahan variabel, dan merangkai alat.

Dalam melakukan eksperimen, siswa lebih terampil dalam menganalisis langkah kerja, melakukan eksperimen, menggunakan alat ukur dinamometer, membaca skala dinamometer, dan menyusun data eksperimen. Siswa mampu menganalisis dan mensintesis secara tertulis hubungan antara beban, lengan beban, lengan kuasa dan hasil pengukuran dinamometer (kuasa). Siswa teramati memprediksi letak lengan kuasa secara matematis sebelum melakukan eksperimen menentukan titik kuasa. Lebih dari separuh siswa mampu menuliskan alasan hasil analisis data dengan baik dan terstruktur. Demikian pula diskusi dalam kelompok berlangsung baik dan kelompok berhasil mengkomunikasikan hasil eksperimen dengan baik. Pada kelas kontrol, lima dari delapan kelompok tidak mampu menganalisis secara kontekstual langkah kerja eksperimen sehingga guru berkeliling berkelompok untuk menjelaskan prosedur kerja eksperimen, menggunakan alat, menentukan skala dinamometer, dan menyusun data eksperimen. Hal ini sesuai dengan temuan Wasis (2008)

yang menyimpulkan bahwa pembelajaran dengan tugas proyek mampu meningkatkan kualitas pembelajaran dan mahasiswa mampu menunjukkan kinerja dalam karakteristik aktivitas, kondisi dan hasil dengan kualifikasi baik/sangat baik. Didukung dengan hasil penelitian Aktamis dan Ergin (2008) yang memaparkan bahwa proses pembelajaran yang mengembangkan KPS dapat membangkitkan kreatifitas, sikap ilmiah dan hasil belajar siswa. Demikian pula hasil penelitian Yalcin, dkk. (2009) melaporkan bahwa tugas – tugas proyek memiliki pengaruh positif terhadap kemajuan sikap sains dan perkembangan keterampilan KPS mahasiswa semester I pada konsep listrik.

Berdasarkan analisis uji *gain*, pembelajaran berbasis proyek terbimbing tidak berpengaruh positif terhadap peningkatan seluruh aspek keterampilan proses sains. Hal ini disebabkan tidak semua informasi baru dapat diasimilasi oleh jangkar-jangkar kognitif seluruh siswa sehingga mengalami pertumbuhan konseptual yang lebih kuat. Sebagian jangkar kognitif siswa menganggap bahwa informasi baru tersebut kurang relevan sehingga tidak memperkuat keterampilan proses dan kognitif yang dimiliki. Kondisi ini menyebabkan tidak berjalannya proses pengorganisasian antarakemampuan lama yang dimiliki dengan informasi baru yang diterima (Joyce, dkk., 2009, Marshall, 2007).

Dalam aspek sikap sains, siswa memiliki sikap sains lebih baik. Sesuai dengan temuan Bagheri, dkk. (2013), Bartscher, dkk.(1995), Shihusa dan Keraro (2009), Yalcin, dkk. (2009). Bagheri, dkk., melaporkan bahwa tugas – tugas proyek membuat siswa lebih mandiri dalam pembelajaran. Didukung dengan temuan Bartscher dkk., yang melaporkan bahwa tugas proyek yang dilaksanakan siswa dalam pembelajaran memiliki pengaruh positif terhadap motivasi siswa dalam pembelajaran. Adapun Yalcin, dkk., dalam temuannya melaporkan bahwa tugas – tugas proyek memiliki pengaruh terhadap kemajuan sikap sains dan perkembangan keterampilan KPS mahasiswa semester I pada konsep listrik.

Hasil pengamatan selama penelitian menunjukkan bahwa pengaruh pembelajaran lama yang tidak membiasakan pengembangan pola berpikir membuat siswa merasa kurang percaya diri pada saat menerima proyek. Mereka menganggap proyek – proyek tersebut sulit untuk direalisasikan dan pesimis akan terwujud, akan tetapi pada tahap – tahap selanjutnya siswa teramati memiliki motivasi dan sikap sains yang tinggi. Hal ini teramati secara langsung dan video yang menunjukkan bahwa siswa memiliki gairah dan ketekunan yang tinggi untuk menyelesaikan proyek, penuh semangat, partisipatif, memiliki rasa ingin tahu yang tinggi, mandiri, rasa percaya diri tinggi, dan daya konsentrasi tinggi hingga terselesaikannya proyek. Siswa teramati ceria dan menikmati proyek serta mampu melewati kesulitan–kesulitan selama pembuatan proyek, sabar, gigih, memiliki daya juang, dan menyukai tantangan untuk menyelesaikan masalah. Siswa teramati bercanda yang berseling dengan perdebatan–perdebatan ringan dan terkadang berebut untuk menggunakan alat atau berpartisipasi dalam proyek. Kondisi ini disebabkan selama merealisasikan tugas proyek, siswa memiliki kepuasan ilmiah. Proyek yang dikerjakan dapat dianggap oleh siswa sebagai papan permainan (*puzzle*) yang membangkitkan motivasi dan rasa ingin tahu siswa pada saat mengontrol, mengevaluasi, dan mengoperasikan proyek mereka sehingga membangkitkan kepuasan siswa dalam pembelajaran (Bagheri, dkk., 2013). Kepuasan mereka tampak pada ekspresi, gerak tubuh, mengangkat tangan dan teriakan–teriakan siswa saat proyek mereka berhasil atau lebih baik dari kelompok lain. Demikian juga dalam keberanian mereka dalam mengungkapkan pendapat.

Kolaborasi dalam kelompok selama pembuatan proyek membuat siswa memiliki perkembangan dalam sikap berani mengungkapkan pendapat, menerima pendapat, mau mengakui kekeliruan pendapat, dan menerima kehadiran orang lain sebagai anggota kelompok. Sikap ini teramati pada dua orang siswa yang satu sama lain tidak mau berada dalam satu kelompok dengan indikasi terdapat perselisihan pribadi diantara mereka. Setelah guru menetapkan bahwa mereka harus dalam satu kelompok, kedua siswa tersebut teramati mampu bekerjasama dengan baik dan ceria.

Perkembangan motivasi dan sikap sains siswa selama pembuatan proyek, membuat proses pembelajaran siswa lebih baik. Dalam proses pembelajaran, siswa teramati lebih aktif, antusias dan partisipatif dalam pembuatan peta konsep, tanya jawab, presentasi, dan eksperimen. Siswa lebih mampu dalam bekerjasama saat pembuatan peta konsep, penentuan data eksperimen, menganalisis data dan mengambil kesimpulan, serta merapikan alat dan bahan setelah pelaksanaan eksperimen. Hal ini kurang muncul pada kelas kontrol. Sebagian besar siswa kontrol berhamburan keluar ketika proses pembelajaran eksperimen selesai, meninggalkan beberapa siswa kerepotan dalam merapikan dan mengembalikan alat dan bahan laboratorium yang telah mereka gunakan.

Kekurangan dalam penelitian ini, meskipun keterampilan proses sains dan sikap sains berkembang dan menunjukkan peningkatan, tetapi rata – rata secara klasikal hasil tes tulis kognitif belum mencapai KKM ideal yaitu 7,0. Disamping itu, siswa belum mampu mendesain dan memodifikasi proyek secara mandiri penuh kecuali hanya mengaplikasikan. Kondisi ini tidak bersesuaian dengan teori yang dikemukakan oleh Piaget.

Menurut Piaget, siswa yang berumur lebih dari 13 tahun seharusnya telah mencapai tahap operasional formal. Karakteristik pada tahap operasional ini, seharusnya siswa telah mampu memberikan analisis penuh tanpa harus menyaksikan objek/kejadian/benda konkret, mampu mengungkapkan hipotesis secara teoritis dan proporsional, serta mampu membuat perencanaan panjang dan detail proyek jika diberikan tujuan dan hasil yang akan dicapai. Karakteristik tahap operasi formal merupakan suatu set operasi atau skema untuk mengembangkan keterampilan proses terintegrasi seperti kontrol variabel, mendefinisikan secara operasional, mengkombinasikan berbagai solusi yang dapat diterapkan, mengkalkulasi kemungkinan – kemungkinan, dan menghubungkan berbagai identitas (Ozgelen, 2012). Ketidak sesuaian teori Piaget dan hasil penelitian ini disebabkan hal berikut : (1) siswa kurang terbiasa mandiri dan selalu bergantung pada guru, (2) kebiasaan proses pembelajaran di sekolah kurang memanfaatkan dan mengembangkan sumber daya yang ada. Apabila sarana dan prasarana tidak memadai, proses pembelajaran cenderung tidak ada inovasi. Apabila sarana dan prasarana memadai, proses pembelajaran cenderung tidak mengembangkan sarana dan prasarana yang dimiliki, (2) kurangnya perhatian, pembimbingan, dan fasilitasi agar siswa dapat memahami konsep – konsep dasar IPA terhadap fenomena alam dalam proses pembelajaran (Wattimena dan Suhandi, 2012).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pembelajaran berbasis proyek terbimbing efektif untuk mengembangkan keterampilan proses sains dan sikap sains siswa. Kendala yang dihadapi dijumpai dalam memilih dan mendesain proyek yang tepat sesuai konsep yang akan diajarkan. Oleh karena itu disarankan bagi guru untuk kreatif mengembangkan model-model proyek yang sesuai. Di samping itu, hendaknya guru berusaha mengembangkan berbagai model pembelajaran yang membangkitkan kemampuan berpikir tingkat tinggi didalam proses pembelajaran sedini mungkin untuk menunjang proses belajar selanjutnya, sehingga kemampuan berpikir siswa berkembang secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktamis, H., dan Ergin, Ö., 2008, “The effect of scientific process skills education on student’s scientific creativity, science attitude, and academic achievements”, *A-P-P. For. on Sci. Learn. and Teach.*, **9**(1), Art. 4, 1-21.
- Bagheri, M., Ali, W.Z.W., Chong, M., Daud, S.M., 2013, “Effect of project based learning strategy on self-directed learning skills of educational technology students”, *Cont. Edu. Tech.*, **4** (1), 15-19.
- Bartscher, K., Gould, B., dan Nutter, S., 1995, “Increasing student motivation through project-based learning”, *Sum. of Re. on Pro. Bas. Learn.*, Indianapolis : Center of Excellence in Leadership of Learning, Univ. of Indianapolis.
- Bati, K., Erturk, G., dan Kaptan, F., 2010, “The awareness level of pre-school education teachers regarding science process skill”, *Proc. Soc. Behav. Sci.* **2**, 1993-1999.
- Cennamo, K., Brandt, C., Scott, B., Douglas., dan McGrath, M., 2011, “Managing the complexity of design problems through studio-based learning”, *Interdis. Jo. of Prob. Bas. Learn.*, **5**(2), Art. 5, 12 – 36.
- Depdiknas, 2002, “Kurikulum Berbasis Kompetensi,” Jakarta: Depdiknas.
- Depdiknas, 2003, “Pelayanan Kurikulum 2004, Kurikulum Berbasis Kompetensi,” Jakarta: Depdiknas.
- Depdiknas, 2005, “Panduan Pengembangan Pembelajaran IPA Terpadu,” Jakarta: Depdiknas.
- Efendi, R., 2010, “Kemampuan fisika siswa Indonesia dalam TIMSS (Trend of International Mathematics and Science Study)”, *Pros. Sem. Nas. Fis. 2010*, 34-56.
- Farsakoglu, O. F., Sahin. C., Karsli, F., Akpınar, M. dan Ultay, N., 2008, “A study on awareness levels on prospective science teachers on science process skills in science education,” *World Appl. Sci. J.*, **4**(2), 174-182.
- Garner, E., 2012, “Thinking skills,” UK: Eric Garner and Venthus Publishing.

- Hafidzan, E., Halim, L., dan Meerah, T.S., 2012, "Perception, conceptual knowledge and competency level of integrated science process skill towards planning a professional enhancement programme", *Sains Malay*, **41**(7), 921-930.
- Hake, R., 1998, "Interactive-engagement versus traditional methods: a six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses," *Am. J. Phys.*, **66**, 64-74.
- Hung, D.W., dan Chen, D.T., 2000, "Appropriating and negotiating knowledge", *Edu. Tech.*, **40** (3), 29 - 32.
- Joyce, B., Weil, M., dan Calhoun, E., 2009, "Models of teaching: model-model pengajaran," Edisi delapan, terjemahan Achmad Fawaid dan Ateilla Mirza, Yogyakarta : Putra Pelajar.
- Karsli, F., Yaman, F. dan Ayas, A., 2010, "Prospective chemistry teacher's competency of evaluation of chemical experiments in terms of science process skills", *Proc. Soc. and Behav. Sci.*, **2**, 778-781.
- Lawson, A.E., 1995, "Science teaching and the development of thinking," California: Wadsworth Publishing.
- Marlinda, N.L.P., 2012., "Pengaruh model pembelajaran berbasis proyek terhadap kemampuan berpikir kreatif dan kinerja ilmiah siswa." *Tesis*. Denpasar : Univ. Pend. Ganesha.
- Marshall, S.P., 2007, *Schemes in Problem Solving*, UK : Cambridge Univ. Press.
- Meador, K.S., 2003, "Thinking creatively about science suggestions for primary teachers". *Gift. Child Today* **6** (1), 25-29.
- Monson, C., 2008, "Studio-based learning as pedagogic research: a case study of inquiry between architecture and education", *Ann. Conf. of The Ass. of Coll. Sch. of Arch.*, <https://www.acsa-arch.org/files/conferences/teachers/2008/> (13 Desember 2012).
- Nakayama, G., 1988, *A Study of the Relationship between Cognitive Styles and Integrated Science Process Skills* . Washington, D.C. : Distributed by ERIC Clearinghouse.
- OECD, 2012, *PISA 2009 Technical Report*, PISA: OECD Publishing.
- Ozgelen, S., 2012, "Student's science process skills within a cognitive domain framework". *Eur. Jo. of Math., Sci. dan Tech. Edu.* **8** (4), 283-292.
- Panggabean, D.D., dan Suyanti, R.D., 2012, "Analisis pemahaman konsep awal dan kemampuan berpikir kritis bidang studi fisika menggunakan model pembelajaran advance organizer dan model pembelajaran direct instruction", *J. On. Pend. Fis.* **1**(2).
- Parno, 2014, "Deskripsi prestasi belajar mahasiswa fisika melalui model penemuan terbimbing dengan strategi *self-explanation* pada mata kuliah Fisika Zat Padat," *Berkala Fisika Indonesia*, **6**(2), 29-33.
- Rustaman, A., 2005, *Pengembangan Kompetensi (Pengetahuan, Sikap dan Nilai) Melalui Praktikum Biologi*, Bandung : FMIPA UPI Press.
- Shihusa, H., dan Keraro, F.N., 2009, "Using advance organizers to enhance students motivation in learning biology", *Eurasia J. of Math. Sci. & Tech. Edu.*, **5** (4), 413-420.
- Trilling, B., dan Hood. P., 1999, "Learning, technology, and education reform in the knowledge age, or "We're wired, webbed and windowed, now what?"", *Educational Technology*, May/June 1999, 1-25.
- Wasis, P., 2008, "Penerapan metode pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan kualitas pembelajaran praktik industri pada prodi S-1 PTB," *J. Pen. Kepend.*, **18** (1), 204 - 215.
- Wattimena, H.S., dan Suhandi, A., 2012, "Desain awal perkuliahan eksperimen fisika berorientasi berpikir kreatif (KBK)", *Pros. Sem. Nas. Fis. III 2012*.
- Wiyanto, 2008, "Menyiapkan guru sains, mengembangkan kompetensi laboratorium," Semarang: UNNES Press.
- Yalcin, S.A., Turgut, U., dan Buyukkasap, E., 2009, "The effect of project based learning on science undergraduates' learning of electricity, attitude towards physics and scientific process skills". *Intern. On. J. Edu. Sci.* **1** (1), 81-105.