

Penerapan Kombinasi Eksperimen Nyata-Virtual Pada Materi Rangkaian Listrik Arus Searah Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA

Duden Saepuzaman^{1,a)}, Ida Kaniawati^{1,b)}, Setiya Utari^{1,c)}, Saeful Karim^{1,d)}

¹Departemen Pendidikan Fisika,
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia,
Jl. Dr.Setiabudhi 229 Bandung, Indonesia, 40154

^{a)}dsaepuzaman@upi.edu (corresponding author)

^{b)}setiyautari@yahoo.co.id

^{c)}idakaniawati@yahoo.com

^{d)}saefulkarimsk@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains (KPS) siswa yang mengikuti pembelajaran inkuiri dengan mempergunakan eksperimen nyata-virtual (PVE), eksperimen virtual-nyata (VPE), eksperimen virtual (VE), dan eksperimen nyata (PE). Penelitian ini mempergunakan empat kelompok sampel, kelompok kontrol diberi perlakuan pembelajaran inkuiri dengan menggunakan eksperimen nyata (PE) sedangkan ketiga kelompok eksperimen masing-masing diberi perlakuan pembelajaran inkuiri menggunakan eksperimen nyata-virtual (PVE sebagai Eksperimen 1), eksperimen virtual-nyata (VPE sebagai Eksperimen 2), dan eksperimen virtual (VE sebagai Eksperimen 3). Metode penelitian yang digunakan adalah quasi experimental dengan desain Comparison Group Design. Hasil analisis perbandingan peningkatan (Ngain) penguasaan konsep menunjukkan perbedaan yang signifikan untuk keempat kelompok (ANOVA, Sig. = 0.00 < α = 0.05). Kelompok PVE menunjukkan nilai rerata Ngain paling tinggi dan ketika diuji statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan dibanding tiga kelompok lainnya. Hal yang sama terjadi pada perbandingan peningkatan keterampilan proses sains siswa. Kelompok PVE menunjukkan nilai rerata Ngain keterampilan proses sains paling tinggi dan ketika diuji statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan dibanding tiga kelompok lainnya. Tetapi rerata Ngain keterampilan proses sains kelompok VE tidak berbeda signifikan dengan kelompok PE. Berdasarkan analisis dan uji statistik disimpulkan bahwa model pembelajaran inkuiri dengan menggunakan kombinasi eksperimen nyata-virtual (Virtual-Physical Experiment) secara signifikan dapat lebih meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa SMA dibandingkan model pembelajaran inkuiri dengan menggunakan eksperimen virtual-nyata (Virtual-Physical Experiment), eksperimen virtual (Virtual Experiment), maupun eksperimen nyata (Physical Experiment).

Kata-kata kunci: model pembelajaran inkuiri menggunakan eksperimen nyata-virtual, keterampilan proses sains, penguasaan konsep

PENDAHULUAN

Hakikat pembelajaran IPA adalah proses, produk dan sikap[1]. Sesuai yang tertera dalam Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar Fisika SMA [2], pembelajaran fisika di sekolah menengah bertujuan agar peserta didik memiliki beberapa kemampuan diantaranya, mengembangkan pengalaman melalui percobaan agar dapat merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis, merancang dan merakit instrumen, mengumpulkan, mengolah dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan secara lisan dan tertulis. Keterampilan-keterampilan ini merupakan bagian dari keterampilan proses sains (KPS). Selain pembelajaran

fisika juga bertujuan agar peserta didik menguasai konsep dan prinsip fisika serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan, dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi. Mengingat pentingnya penguasaan konsep dan KPS ini diajarkan di sekolah, sudah semestinya pelaksanaan pembelajaran fisika di sekolah harus mampu memfasilitasi tercapainya penguasaan konsep fisika siswa dan mampu mengembangkan keterampilan proses sains siswa.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di SMA “C” Ciamis diperoleh data bahwa; 1) nilai rerata ulangan harian untuk setiap materi fisika selalu ada hampir 50 % siswa mendapatkan nilai dibawah nilai KKM yaitu 70. Data terbaru untuk materi pembiasan cahaya, dengan memberikan soal tes penguasaan konsep dan keterampilan proses sains, untuk tes penguasaan konsep diperoleh hasil bahwa 46,88 % siswa (30 dari 64 siswa) mendapat nilai di bawah 70, dan untuk tes keterampilan proses sains sebanyak 49,21 % siswa (31 dari 63 siswa) mendapat nilai dibawah 70. Hal ini menunjukkan bahwa penguasaan konsep dan keterampilan proses siswa kelas X di SMA “ C” perlu ditingkatkan; 2) Observasi beberapa kali pertemuan di kelas serta informasi guru dan siswa diketahui bahwa pembelajaran fisika yang berlangsung secara keseluruhan menggunakan metode ceramah dan kadang eksperimen. Eksperimen biasanya dilakukan setelah materi utamanya disampaikan, sehingga keberadaan eksperimen lebih untuk kepentingan verifikasi konsep; 3) Wawancara tak terstruktur dengan guru fisika ditemukan bahwa guru merasa kesulitan untuk menanamkan konsep pada siswa. Wawancara dengan dua orang siswa, diketahui bahwa siswa merasa kesulitan memahami konsep fisika, mereka lebih senang mengerjakan soal-soal fisika yang sifatnya hitungan, dan mereka kurang senang jika dihadapkan pada soal-soal teoritis atau konsep; 4) Sarana dan prasarana pembelajaran fisika sangat mendukung, mulai dari laboratorium, alat-alat percobaan dan multimedia. Ketersediaan sarana dan pra sarana yang memadai ini, memungkinkan pelaksanaan eksperimen fisika baik secara nyata maupun virtual dalam pembelajaran fisika. Tetapi pelaksanaannya masih dianggap kurang efektif.

Berdasarkan studi pendahuluan diatas, masalah penelitian ini difokuskan pada penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa kelas X di SMA “ C” yang masih perlu ditingkatkan, artinya perlu ada alternatif solusi yang dapat memfasilitasi pencapaian penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa. Rendahnya hasil belajar (penguasaan konsep dan keterampilan proses sains) tidak terlepas dari proses pembelajaran. Guru harus memilih dan menerapkan pembelajaran yang tepat dan sesuai dengan pokok bahasan yang akan dipelajari. Ketidaktepatan dalam memilih model pembelajaran yang sesuai dengan pokok bahasan yang akan dipelajari, menyebabkan timbulnya berbagai masalah seperti kesulitan siswa dalam memahami konsep dari pokok bahasan tersebut, rendahnya hasil belajar yang diraih siswa pada pokok bahasan tertentu, dan munculnya anggapan bahwa belajar fisika itu sulit.

Salah satu metode pembelajaran yang dipandang mampu memfasilitasi tercapainya penguasaan konsep fisika siswa dan mampu mengembangkan keterampilan proses sains siswa adalah metode eksperimen. Melalui metode ini, siswa secara total dilibatkan dalam melakukan sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri tentang suatu objek, keadaan atau proses. Metode eksperimen yang dimaksudkan dalam penelitian adalah metode eksperimen yang berbasis (menerapkan) pembelajaran inkuiri. Seperti yang dijelaskan oleh Sagala [3] bahwa model pembelajaran inkuiri pada mata pelajaran fisika yang dilakukan dengan metode eksperimen sangat tepat, untuk pengujian hipotesis yang dirumuskan. Rustaman dkk [4] juga menjelaskan bahwa metode eksperimen paling tepat untuk merealisasikan pembelajaran dengan pendekatan inkuiri atau pendekatan penemuan. Eksperimen dapat dilakukan di dalam eksperimen atau diluar laboratorium, dan pekerjaan eksperimen mengandung makna belajar untuk berbuat, karena itu dapat dimasukkan dalam metode pembelajaran.

Selain erat kaitannya dengan metode eksperimen, pembelajaran inkuiri juga merupakan pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum. Dalam latar belakang pembelajaran fisika SMA pada kalimat terakhir dituliskan bahwa; “Pembelajaran Fisika dilaksanakan secara inkuiri ilmiah untuk menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta berkomunikasi sebagai salah satu aspek penting kecakapan hidup “. Berdasarkan pemaparan di atas, dapat diprediksi bahwa pembelajaran inkuiri dengan menggunakan metode eksperimen mampu memfasilitasi penguasaan konsep fisika dan keterampilan proses sains siswa.

Salah satu kendala yang biasa muncul pada pelaksanaan metode eksperimen adalah alat eksperimen yang terbatas dan waktu yang relatif lama untuk kegiatan eksperimen (praktikum). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Widodo [5] alasan terbanyak dikemukakan oleh guru-guru terkait dengan kegiatan praktikum adalah kurangnya waktu yang dibutuhkan untuk mengelola sebuah praktikum, alat-alat yang belum tersedia, terlalu merepotkan dan kurang terampilnya guru dalam melakukan pengelolaan waktu. Akibatnya kegiatan praktikum dan eksperimen merupakan metode pembelajaran yang jarang dilakukan di sekolah-sekolah. Padahal praktikum dan eksperimen merupakan metode pembelajaran yang memberikan pengalaman langsung kepada siswa untuk memperkenalkan, membiasakan, dan melatih siswa untuk melaksanakan langkah-langkah ilmiah dan pengetahuan prosedural [4]. Selain untuk memahami konsep, praktikum dan eksperimen juga berdampak positif terhadap peningkatan motivasi dan minat siswa [4].

Seiring dengan perkembangan teknologi beberapa kendala dalam pelaksanaan kegiatan praktikum dapat diatasi dengan menggunakan komputer. Komputer digunakan sebagai media pembelajaran untuk memvisualisasikan berbagai konsep atau materi yang abstrak dan kompleks. Komputer memiliki kemampuan mengkombinasikan teks, suara, warna, gambar, grafik, dan video serta dapat menyajikan proses secara interaktif. Bentuk pembelajaran dengan berbantuan komputer, disebut juga dengan pembelajaran Computer Assisted Instruction (CAI) dapat berupa tutorial, latihan (drills and practice), simulasi, dan permainan instruksional [6].

Implementasi pembelajaran CAI berdasarkan hasil penelitian diungkapkan bahwa siswa yang belajar sains dengan mempergunakan CAI memperlihatkan penguasaan konsep sains, keterampilan proses sains dan sikap pemanfaatan komputer atau teknologi lebih baik daripada siswa yang tidak mempergunakan CAI [7]. Meski tidak selalu dapat meningkatkan pemahaman, tetapi pembelajaran dengan mempergunakan CAI dapat membentuk suatu kondisi yang menyenangkan, menarik perhatian siswa terlebih lagi jika tampilan dalam komputer tersebut bersifat dinamis (penggunaan animasi dan interaktif) [8].

Secara umum penggunaan kegiatan eksperimen secara virtual dalam pembelajaran terus berkembang terutama dalam kajian penelitian. Berdasarkan hasil penelitian penggunaan virtual dalam pembelajaran berdampak positif terhadap peningkatan penguasaan konsep, keterampilan proses sains (KPS), kemampuan berpikir, dan sikap siswa [9]. Lebih lanjut Zacharia dan Roger [9] menyatakan bahwa simulasi komputer dapat membantu siswa untuk membuat ramalan dan penjelasan yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang melakukan praktikum secara manual.

Penelitian terbaru yang terkait dengan kegiatan eksperimen virtual adalah dengan mengombinasikan diantara kegiatan eksperimen nyata (physical experiment) dengan eksperimen virtual (virtual experiment). Kombinasi ini dilakukan untuk saling melengkapi kebaikan dan kelemahan diantara kedua kegiatan sehingga pada akhirnya hanya manfaat positif yang dapat dirasakan oleh siswa. Beberapa penelitian menyatakan bahwa kombinasi kegiatan eksperimen nyata dan virtual akan lebih meningkatkan penguasaan konsep dibanding eksperimen virtual saja atau eksperimen nyata saja dan siswa sangat terbantu dengan adanya kegiatan virtual terutama jika kegiatan eksperimen nyata dirasakan sangat sulit [10]. Implementasi untuk kombinasi dua kegiatan eksperimen ini masih terbatas terutama untuk kajian secara ilmiah. Permasalahan yang muncul, manakah yang lebih baik, apakah kombinasi nyata-virtual ataukah virtual-nyata.

Dari pemaparan di atas, peneliti bermaksud menyelidiki bagaimanakah perbedaan peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains antara kelas yang menggunakan metode eksperimen kombinasi nyata-virtual dengan kelas yang menggunakan metode eksperimen kombinasi virtual-nyata. Tetapi dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan empat kelas, untuk melihat perbedaan peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains antara kelas yang menggunakan kombinasi eksperimen dengan tanpa kombinasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen jenis quasi experiment. Penelitian dilakukan di salah satu SMA di Kabupaten Ciamis. Desain penelitian yang digunakan adalah Randomized Pretest-posttest Control/Comparison Group Design [11]. Penelitian ini mempergunakan empat kelompok, masing-masing akan menjadi satu kelompok kontrol dan tiga kelas menjadi kelompok eksperimen. Keempat kelompok ini sama-sama melakukan kegiatan pembelajaran inkuiri dengan metode eksperimen. Perbedaan dari keempat kelompok ini terletak pada penggunaan eksperimen secara nyata dan virtual. Kelompok kontrol melakukan kegiatan eksperimen secara nyata (PE), kelompok eksperimen pertama melakukan kegiatan eksperimen secara nyata kemudian virtual (PVE), kelompok eksperimen kedua melakukan kegiatan eksperimen secara virtual kemudian nyata (VPE), dan kelompok eksperimen ketiga melakukan kegiatan eksperimen secara virtual (VE) saja. Siswa yang dijadikan sampel penelitian ini adalah siswa yang duduk di kelas X IPA.

Tujuan penelitian adalah mengkaji perbandingan peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains. Data dikumpulkan melalui soal tes terdiri dari soal tes penguasaan konsep dan KPS. Soal-soal ini diberikan pada saat sebelum pelaksanaan perlakuan (pretest) untuk mengetahui kemampuan awal siswa dan setelah pemberian perlakuan (posttest) untuk menjangkau kemampuan sesudah pembelajaran.

Tes penguasaan konsep terdiri dari 30 soal berbentuk tes pilihan ganda (tes objektif). Setiap penguasaan konsep sesuai dengan indikator diwakili oleh tiga sampai sebelas soal untuk setiap jenjang kognitif (C1-C5). Penelitian ini hanya mengambil jenjang kognitif C1-C5 dari enam klasifikasi jenjang kognitif yang dikembangkan oleh Bloom [12]. Tes keterampilan proses sains terdiri dari 28 soal berbentuk tes pilihan ganda (tes objektif). Hanya delapan jenis KPS yang digunakan dalam penelitian ini dari sembilan pengelompokan jenis KPS yang dikembangkan oleh Rustaman [4]. Delapan jenis KPS tersebut meliputi mengamati, interpretasi, mengklasifikasi, meramalkan, hipotesis, komunikasi, merencanakan percobaan, dan menerapkan konsep. Satu

jenis KPS dijarang oleh dua sampai tujuh pertanyaan yang didasarkan pada indikator terpilih. Kedua tes memiliki nilai reliabilitas soal tes 0,97 dan diinterpretasikan sangat tinggi [13].

Analisis kuantitatif untuk menguji perbandingan meliputi dua tahap, yaitu pertama analisis perbandingan satu arah dan kedua analisis lanjutan. Analisis perbandingan satu arah untuk parametrik (data yang bersifat normal dan homogen) mempergunakan ANOVA (One Way ANOVA) karena terdapat lebih dari tiga variabel ($k > 2$) dan untuk non parametrik dilakukan dengan Kruskal Wallis. Analisis lanjutan dilakukan jika hasil dari pengujian satu arah adalah berbeda signifikan. Pengujian lanjutan dilakukan dengan uji Bonferroni untuk parametrik dan Gomes Howell untuk non parametrik. Semua proses analisis dilakukan dengan bantuan program analisis statistik SPSS 16.0. Taraf kepercayaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah $\alpha = 0.05$ (95%).

HASIL PENELITIAN

Penguasaan Konsep Siswa

Penguasaan konsep rangkaian listrik arus searah untuk keempat kelas diawal sebelum melakukan kegiatan pembelajaran memiliki nilai rerata yang hampir sama (Tabel 1).

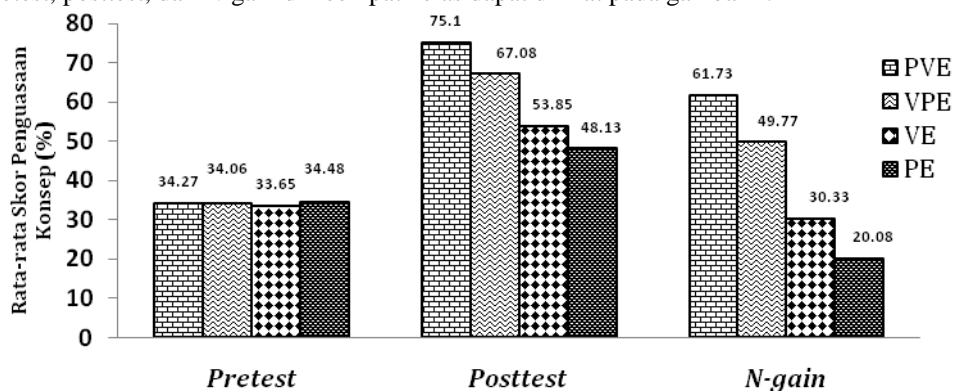
Tabel 1. Rekapitulasi Statistik untuk Hasil Pretest, Posttest, dan Gain Penguasaan Konsep

Komponen Peninjau	Pretest				Posttest				N-Gain			
	PVE*	VPE*	VE*	PE*	PVE*	VPE*	VE*	PE*	PVE*	VPE*	VE*	PE*
N (jumlah)	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
x Maksimum	14	15	17	18	26	25	20	18	0,80	0,70	0,48	0,41
x Minimum	6	5	12	5	19	17	13	8	0,35	0,33	0,17	0,00
SD	2,03	2,43	2,90	2,63	1,93	1,98	2,32	2,24	0,11	0,10	0,07	0,11

Ket : * PVE = Eksperimen nyata-virtual , VPE = Eksperimen virtual-nyata, VE= Eksperimen virtual, PE= eksperimen nyata

Penguasaan konsep siswa sebelum pelaksanaan pembelajaran (pretest) memiliki nilai yang tidak berbeda signifikan diantara keempat kelompok setelah diuji statistic menggunakan perbandingan satu arah (ANOVA, Sig.=0.982 > $\alpha=0.05$)

Efektifitas dari kegiatan pembelajaran dapat dilakukan dengan melihat nilai peningkatan yang terjadi sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) siswa mendapatkan pembelajaran. Peningkatan itu diperoleh dengan menggunakan persamaan nilai gain yang dinormalisasi (Ngain) yang dikembangkan oleh Hake. Perbandingan persentase pretest, posttest, dan N-gain di keempat kelas dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Grafik perbandingan persentase rerata Pretest, Posttest, dan Ngain Penguasaan Konsep Siswa

Persentase penguasaan konsep siswa pada saat pretest berada kurang dari 50% dan ini menandakan penguasaan konsep siswa masih rendah. Namun setelah dilaksanakan pembelajaran persentase penguasaan konsep di keempat kelas mengalami peningkatan. Peningkatan yang paling besar dialami oleh siswa yang mengikuti kegiatan eksperimen secara nyata kemudian virtual (PVE) sebesar 0.62 dan jika diinterpretasikan ke dalam klasifikasi Ngain termasuk ke dalam kategori sedang. Untuk tiga kelompok lainnya masing masing kelompok VPE sebesar 0.50 (sedang); VE sebesar 0.30 (sedang), dan PE sebesar 0.20 (rendah).

Uji perbandingan dilakukan untuk melihat signifikansi perbedaan di keempat kelas dalam peningkatan penguasaan konsep siswa. Setelah diketahui bahwa nilai pretest keempat kelompok tidak berbeda secara signifikan (ANOVA, Sig.= 0.982 > $\alpha=0.05$), analisis uji perbandingan selanjutnya dilakukan pada rerata skor posttest untuk mengetahui pencapaian penguasaan konsep siswa. Hasil pengujian perbandingan rerata posttest dari keempat kelompok diketahui terdapat perbedaan rerata skor posttest antar keempat kelompok. Analisis lanjutan menunjukkan rerata posttest kelompok PVE paling tinggi dibanding tiga kelompok lainnya.

Uji perbandingan utama yang dilakukan dalam analisis ini yaitu perbandingan peningkatan penguasaan konsep keempat kelompok. Perbandingan ini dilakukan pada rerata Ngain keempat kelompok. Analisis perbandingan satu arah mempergunakan ANOVA diketahui bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara keempat kelompok (Sig.0.000<0.050). Analisis lanjutan dilakukan dengan uji LSD-Bonferroni menunjukkan kelompok PVE secara signifikan memiliki rerata Ngain lebih tinggi dibanding tiga kelompok lainnya (Sig<0.05). Rekapitulasi Post Hoc Analysis LSD-Bonferroni secara lengkap untuk perbandingan tiap kelompok diperlihatkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil *Post Hoc Analysis LSD-Bonferroni* Perbandingan *N-gain* Penguasaan konsep

Kelas Penelitian	PVE	VPE	VE	PE
PVE	-	0,00*	0,00*	0,00*
VPE		-	0,00*	0,00*
VE			-	0,00*
PE				-

Keterangan : * Nilai Sig. bernilai signifikan dalam level 0,05

Penguasaan Keterampilan Proses Sains Siswa

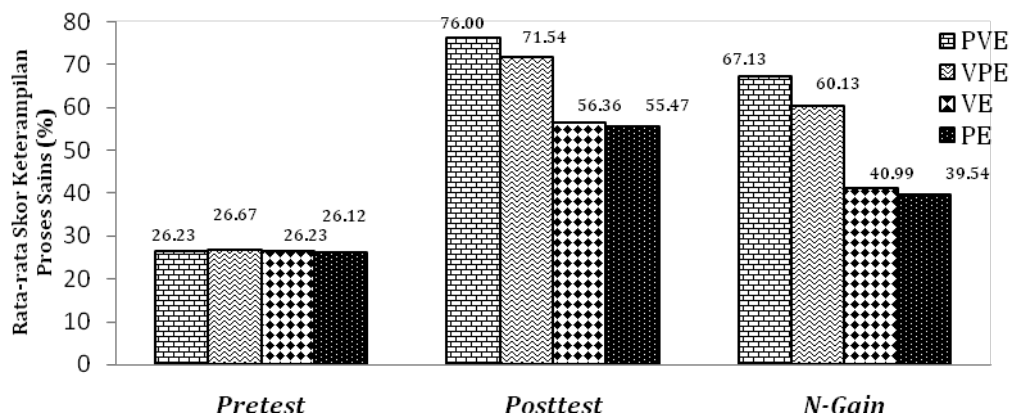
Penguasaan keterampilan proses sains untuk materi rangkaian listrik arus searah pada keempat kelas diawal sebelum melakukan kegiatan pembelajaran memiliki nilai rerata yang hampir sama (Tabel 3).

Tabel 3. Rekapitulasi Statistik untuk Hasil *Pretest*, *Posttest*, dan *Ngain* Keterampilan Proses Sains

	<i>Pretest</i>				<i>Posttest</i>				<i>N-Gain</i>			
	PVE*	VPE*	VE*	PE*	PVE*	VPE*	VE*	PE*	PVE*	VPE*	VE*	PE*
N (jumlah)	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
x Maksimum	14	15	17	18	26	25	20	18	0,80	0,70	0,48	0,41
x Minimum	6	5	12	5	19	17	13	8	0,35	0,33	0,17	0,00
SD	2,03	2,43	2,90	2,63	1,93	1,98	2,32	2,24	0,11	0,10	0,07	0,11

Ket : * PVE = Eksperimen nyata-virtual , VPE = Eksperimen virtual-nyata, VE= Eksperimen virtual, PE= eksperimen nyata

Perubahan keterampilan proses sains siswa keempat kelas dilihat dari rerata posttest dan Ngain (Gambar 2).



Gambar 2. Perbandingan Rerata Skor *Pretest*, *Posttest*, dan *N-gain* Keterampilan Proses Sains Siswa

Berdasarkan uji statistik diketahui bahwa nilai pretest keterampilan proses sains siswa keempat kelompok tidak berbeda secara signifikan (ANOVA, Sig.= 0.992 > $\alpha=0.05$), analisis uji perbandingan selanjutnya dilakukan pada rerata skor posttest untuk mengetahui pencapaian keterampilan proses sains siswa. Hasil pengujian perbandingan rerata posttest dari keempat kelompok diketahui terdapat perbedaan rerata skor posttest antar keempat kelompok. Analisis lanjutan menunjukkan rerata posttest kelompok PVE paling tinggi dibanding tiga kelompok lainnya.

Uji perbandingan peningkatan keterampilan proses sains dilakukan pada rerata Ngain keempat kelompok menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara keempat kelompok (Sig.0.000<0.050). Analisis lanjutan dilakukan dengan Games-Howell ditemukan bahwa rerata Ngain kelas PVE paling tinggi secara signifikan dibanding tiga kelompok lainnya. Kelas PVE dengan kelas VPE berbeda secara signifikan karena nilai sig. 0,015 (Sig = 0,015 < 0,050). Sedangkan antara kelas VE dan PE tidak berbeda secara signifikan (Sig = 0,902 > 0,050). Rekapitulasi Post Hoc Analysis Games-Howell secara lengkap diperlihatkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Hasil *Post Hoc Analysis Games-Howell*
Perbandingan *Ngain* Keterampilan Proses Sains

Kelas Penelitian	PVE	VPE	VE	PE
PVE	-	0,015*	0,00*	0,00*
VPE		-	0,00*	0,00*
VE			-	0,902*
PE				-

Keterangan : * Nilai *Sig.* bernilai signifikan dalam level 0,05

Pembahasan

Siswa yang melakukan pembelajaran dengan metode praktikum secara nyata kemudian virtual (PVE) secara signifikan menunjukkan hasil belajar yang lebih tinggi dibandingkan dengan tiga kelompok lainnya (VPE, VE, PE), baik dalam penguasaan konsep maupun keterampilan proses sains. Tinjauan pembahasan akan dikaji meliputi keunggulan kombinasi dan urutan eksperimen yang diterapkan. Kelompok yang kombinasi eksperimen (PVE dan VPE) lebih tinggi dalam penguasaan konsep dan keterampilan proses sains dibanding tanpa kombinasi (VE dan PE) disebabkan beberapa faktor. Pertama, kombinasi kegiatan eksperimen nyata dan virtual merupakan kombinasi kegiatan eksperimen yang keduanya memiliki kelebihan dan kelemahan ketika diajarkan pada siswa. Sehingga ketika diajarkan secara kombinasi kelebihan dan kelemahan yang dimiliki oleh keduanya dapat saling melengkapi. Akibatnya siswa dapat memperoleh pengalaman belajar yang utuh dari kedua kegiatan tersebut. Kedua, adanya kegiatan pengulangan pembelajaran yang selalu dibutuhkan oleh siswa agar bisa menguasai konsep atau informasi secara utuh [14]. Pengulangan membantu siswa untuk berlatih dan mengembangkan semua daya yang ada pada diri siswa, yaitu mengamati, menanggapi, mengingat, dan berpikir. Ketiga, pembelajaran dengan kombinasi ini dapat memfasilitasi dari cara belajar siswa. Siswa yang ada dalam setiap kelompok memiliki karakteristik yang khas sebagai seorang pembelajar salah satunya adalah cara belajar.

Hasil analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa kelompok PVE menunjukkan peningkatan penguasaan konsep lebih tinggi dibandingkan kelompok VPE. Perbedaan peningkatan ini disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, kegiatan eksperimen nyata pertama diberikan pada siswa akan memberikan pengalaman dan pengetahuan konsep yang mendalam tentang fenomena fisika (dalam penelitian ini kelistrikan) secara langsung, kemudian eksperimen virtual memberikan pengalaman pada siswa untuk mengembangkan atau mencoba pengetahuannya dalam situasi yang tidak bisa dilakukan secara nyata dan menghubungkan dengan pengetahuannya secara representasi formal (theories of grounded or embodied cognition).

Kedua, kegiatan eksperimen virtual setelah eksperimen nyata, secara langsung maupun tidak langsung berperan sebagai penguatan. Hal ini yang berpotensi menjadikan keberadaan eksperimen virtual bisa menjadi penguat [15]. Ketiga, peningkatan ini bergantung pada karakteristik siswa seperti pengetahuan dan konsepsi awal, umur dan tingkat perkembangan kognitif siswa [16]. Dalam penelitian ini, untuk pengetahuan awal dan umur siswa bukan merupakan faktor penyebab yang utama. Sebelumnya dalam bagian analisis bahwa penguasaan konsep awal siswa yang dijadikan subyek penelitian sama, didukung hasil uji statistik yang menyatakan tidak ada perbedaan yang signifikan antara rerata pretes. Selain itu, usia siswa kelas X relatif sama. Sehingga untuk faktor ketiga ini yang dipandang paling mempengaruhi adalah faktor tingkat perkembangan kognitif siswa. Salah satu teori yang menjelaskan teori perkembangan kognitif adalah teori Piaget. Piaget [17] menyatakan proses perkembangan berlangsung secara bertahap mengikuti tahapan sensorimotor, preoperational, concrete operations dan formal operation. Pada tahapan concrete operations perilaku kognitif ditandai dengan kemampuan berefikir untuk mengoperasikan kaidah-kaidah logika terkait objek yang bersifat konkret. Sedangkan pada tahap formal operation ditandai dengan kemampuan berpikir untuk mengoperasikan kaidah-kaidah logika tidak lagi terkait objek yang bersifat konkret, melainkan yang bersifat abstrak.

Hasil analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa kelompok kombinasi Physical-Virtual Experiment menunjukkan peningkatan keterampilan proses sains lebih tinggi dibandingkan kelompok kombinasi Virtual-Physical Experiment. Perbedaan peningkatan ini disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, Keterampilan proses melibatkan keterampilan-keterampilan kognitif atau intelektual, manual, dan sosial. Keterampilan berpikir kognitif atau intelektual karena dengan melakukan keterampilan proses sains siswa menggunakan pikirannya. Hal ini sangat relevan dengan peningkatan penguasaan konsep siswa yang diperoleh melalui keterampilan berpikir (kognitif). Kedua, Terdapat hubungan yang kuat antara keterampilan proses sains dengan kemampuan berpikir operasional formal dan terdapat hubungan yang kuat antara kemampuan berpikir formal dengan penguasaan konsep. Sehingga disimpulkan bahwa ada hubungan yang erat antara penguasaan konsep dengan keterampilan proses sains siswa.

Berdasarkan hasil analisis lanjutan, ditemukan bahwa kelompok VE meskipun peningkatannya lebih tinggi dibandingkan dengan PE tetapi secara statistik peningkatannya tidak dapat dikatakan signifikan. Penyebabnya karena secara tidak langsung kegiatan eksperimen dengan virtual memberikan pengaruh yang sama seperti kegiatan eksperimen nyata yang dapat membantu siswa untuk mengembangkan keterampilan proses sains.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan model pembelajaran inkuiri dengan menggunakan eksperimen nyata-virtual (Physical-Virtual Experiment) secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan siswa yang mendapatkan pembelajaran dengan model inkuiri dengan menggunakan eksperimen virtual-nyata (Virtual-Physical Experiment), eksperimen virtual (Virtual Experiment) atau eksperimen nyata (Physical Experiment) saja.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam penelitian ini, terutama guru Fisika dan siswa SMAN 1 Ciamis.

REFERENSI

1. Depdiknas. Mata Pelajaran Fisika Untuk Sekolah Menengah Atas (SMA)/Madrasah Ibtidaiyah (MI). Jakarta: Depdiknas. (2006).
2. BSNP. Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar IPA. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional (2006)
3. Sagala, N dkk. Konsep dan Makna Pembelajaran. Bandung: Alfabeta. (2005).
4. Rustaman, et.al. Strategi Belajar Mengajar. Jurusan Pendidikan Biologi. FPMIPA UPI Bandung : Tidak diterbitkan. (2005).
5. Widodo, A. dan Vidia Ramdaningsih. "Analisis Kegiatan Praktikum Dengan Menggunakan Video", dalam Jurnal Metalogika: Bidang Kependidikan MIPA. (2006).
6. Hamalik, O. Proses Belajar Mengajar. Jakarta: Sinar Grafika Offset. (2008).
7. Yang, Kun-Yuan dan Jia Sheng Heh. The Impact of Internet Virtual Physic Laboratory Instruction on Then Achievement in Physics Sceince Process Skills and Computer Attitude of 10th Grade Student. J.Sci.Educ Technol.(6) hal 6. [online] www.springer.com. (2007).
8. Puspita,N.G. Penggunaan Multimedia Interaktif pada Pembelajaran Konsep Reproduksi Hewan untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Keterampilan Generik dan Berpikir Kritis Siswa Kelas IX. Tesis Magister pada PPS UPI Bandung: Tidak diterbitkan. (2008).
9. Zacharia, Z dan Anderson, O.R. effects of interactive computer based simulation prior to performing a laboratory inquiry based experiment on student's conceptual understanding of physics. American Journal of Physiscs. Vol 71 (6), p. 618-629. (2003).
10. Zacharian, Z & George Olympiou. Effects of Experimentating with Physical and Virtual Manipulatives on Students' Conceptual Understanding in Heat and Temperature. Journal of Research in Science Teaching. 45(9). 1021-1035 (2008).
11. Sukmadinata, N.Syaodih. Metode Penelitian Pendidikan. Bandung : Rosda. (2007)
12. Anderson, L. W et al. A Taxonomy for Learning and Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives. Longman: New York (2001)

13. Arikunto, S. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek* (edisi kelima.). Jakarta: Rineka Cipta (2010)
14. Akpan, J.P Which Comes First: Computer Simulation of Dissection or a Traditional Laboratory Practical Method of Dissection. *Electronic Journal of Scinece Education*. 6, (4) (2002)
15. Zacharia, Z. Comparing and Combining Real and Virtual Experimentation: An Effort to Enhance Students' Conceptual Understanding of Electric Circuits. *Journal of Computer Assistes Learning*. 23(2): 120-132(2007).
16. Smith W. Garret Examining The Combination Of Physical and Virtual Experiments In An Class Inquiry Science Classroom . (2010).
17. Syamsudin, Abin *Psikologi Kependidikan* . Bandung : Rosda. (2004).