

PENGARUH PEMBELAJARAN *HANDS-ON* DAN *VIRTUAL LAB* TERHADAP PEMAHAMAN KONSEP DAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Cucun Sutinah

IKIP Siliwangi
cs@ikipsiliwangi.ac.id

Abstract

This study aims to determine the effect of the implementation of hands-on and virtual lab learning on students' conceptual understanding and critical thinking on heat transfer material. The study used a quasi-experimental method with a pretest-posttest control group design without randomization. The research sample is 64 fifth grade students in one of the public elementary schools in the city of Bandung which were selected by purposive sampling technique. The instrument used is a two-tier test of concept understanding and a critical thinking description test. The experimental group applied hands-on learning and virtual lab, while the control group applied hands-on and video learning. The results showed that there was a significant difference in increasing conceptual understanding and critical thinking between the experimental class and the control class as seen from the N-gain ANOVA test with $\text{sig.} = 0.00 \leq 0.05$. The experimental class has an average N-gain conceptual understanding of 0.74 which is higher than the control class, which is 0.60. Likewise for critical thinking skills, the average N-gain in the experimental class is 0.60, which is greater than the control class, which is 0.44. Thus, it can be concluded that hands-on and virtual lab learning have a higher impact on students' conceptual understanding and critical thinking than hands-on and video learning.

Keywords: Hands-On Lab and Virtual Lab, Conceptual Understanding, Critical Thinking.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh implementasi pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* terhadap pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa pada materi perpindahan kalor. Penelitian menggunakan metode kuasi experimental dengan *desain pretest-posttest control group design without randomization*. Sampel penelitian yaitu 64 siswa kelas V di salah satu sekolah dasar negeri di Kota Bandung yang dipilih dengan teknik *purposive sampling*. Instrumen yang digunakan yaitu tes *two-tier* pemahaman konsep dan tes uraian berpikir kritis. Kelompok eksperimen menerapkan pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab*, sedangkan kelompok kontrol menerapkan pembelajaran *hands-on* dan video. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan peningkatan pemahaman konsep dan berpikir kritis yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol yang dilihat dari uji anova N-gain dengan $\text{sig.} = 0,00 < \alpha = 0,05$. Kelas eksperimen memiliki rata-rata N-gain pemahaman konsep 0,74 lebih tinggi dari kelas kontrol yaitu 0,60. Begitu pula pada kemampuan berpikir kritis, rata-rata N-gain kelas eksperimen sebesar 0,60 lebih besar dibandingkan kelas kontrol yaitu sebesar 0,44. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* memberikan pengaruh yang lebih tinggi terhadap pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa dibandingkan pembelajaran *hands-on* dan *video*.

Kata Kunci: *Hands-On Lab* dan *Virtual Lab*, Pemahaman Konsep, Berpikir Kritis.

PENDAHULUAN

Pendidikan di Indonesia terus meningkatkan kualitasnya untuk memenuhi tantangan abad ke-21 (Andayani, Hadisaputra, & Hasnawati, 2018). Karena itu, tujuan pendidikan telah berkembang untuk menekankan perolehan keterampilan abad 21 (NRC dalam Bao & Koenig, 2019) yang memungkinkan generasi saat ini untuk menghadapi tantangan masa depan, yang mencakup perubahan dalam industri, ekonomi, masyarakat, teknologi, dan informasi (Lemke, et al. dalam Kan'An, 2018). Adapun keterampilan abad 21 yang harus dikuasai siswa adalah berpikir kritis dan pemecahan masalah, komunikasi, kolaborasi, serta kreativitas dan inovasi (Abdullah, 2016) atau lebih dikenal dengan istilah 4C.

Sebagaimana telah disebutkan di atas, salah satu keterampilan yang sesuai tuntutan abad 21 adalah berpikir kritis. Paul dan Elder (dalam Demiral & Çepni, 2018) mendefinisikan berpikir kritis sebagai jenis kemampuan kognitif yang digunakan dalam menentukan situasi yang rumit. Lebih dalam, Wulandari (2018) mengatakan bahwa berpikir kritis merupakan proses yang menantang seseorang untuk menggunakan pemikiran rasional yang reflektif, masuk akal, untuk mengumpulkan, menafsirkan, dan mengevaluasi informasi untuk mendapatkan penilaian.

Berpikir kritis sebagai keterampilan tingkat tinggi memerlukan kemampuan lain yang menjadi dasar dan prasyarat bagi penguasaannya. Kemampuan yang dimaksud adalah pemahaman konsep (Wulandari 2018). Pemahaman konsep merupakan proses berpikir yang dilakukan oleh individu untuk benar-benar memahami suatu objek atau peristiwa (Arends dalam Arista & Kuswanto, 2018). Pemahaman konsep melibatkan penguasaan konten di mana pengetahuan dapat dihasilkan dan dibangun melalui banyak hubungan antara pengetahuan yang ada dan sebelumnya dan ditransfer melalui rekonstruksi prosedur (Donevska-Todorova dalam Mutambara, Tendere, & Chagwiza, 2020).

Faktanya, siswa menemui kesulitan dalam pemahaman terhadap konsep-konsep sains. Hal ini disebabkan oleh sifat dari konsep sains yang abstrak (Buber & Coban, 2017; Ozdemir, Coramik, & Urek, 2020) serta metode dan teknik pengajaran tidak cukup untuk mengajarkan konsep-konsep abstrak ini (Buber & Coban, 2017) karena kualitas proses pembelajaran yang diterapkan oleh seorang guru adalah salah satu faktor penting yang menentukan keberhasilan proses belajar siswa (Sukaesih & Sutrisno, 2016). Çepni, et al. (dalam Tasoğlu & Bakaç, 2014) mengatakan bahwa selama ini, langkah-langkah pendekatan tradisional untuk pengajaran konsep antara lain: (a) memberi siswa kata yang mengekspresikan konsep, (b) menentukan definisi konsep dan mengidentifikasi serta membedakan kualitas yang diperlukan untuk memahami definisi, dan (c) memastikan bahwa siswa menemukan contoh yang terkait dan tidak terkait dengan konsep. Pendekatan tradisional ini tidak cukup efektif dalam pembelajaran konsep.

Pembelajaran yang diungkapkan di atas tidak sesuai dengan hakikat pembelajaran sains. Dalam belajar sains, siswa mengalami pengalaman langsung dengan metode dan proses inkuiri (Hırça, 2012) karena dapat membantu meningkatkan pemahaman siswa (Miller et al. dan Varma, Volkmann, dan Hanuscin dalam Macanas & Rogayan, 2019) dan melatih berpikir kritis, kreatif, dan komunikasi (Ferri, et al., 2016). Guru dapat secara efektif mengajarkan pemahaman konsep jika memberikan siswa kesempatan untuk berinteraksi dengan materi dan aktif dalam kegiatan langsung (Hewson dalam Mataka & Taibu, 2020).

Hands-on lab merupakan salah satu pengalaman belajar yang sesuai dengan hakikat sains karena melibatkan pengalaman langsung dan proses inkuiri. Konsensus para ahli mengatakan bahwa *hands-on lab* merupakan bagian penting dalam pendidikan sains (Moosvi, Reinsberg, & Rieger, 2019). *Hands-on lab* merupakan kegiatan praktik laboratorium secara langsung atau pembelajaran lab secara tatap muka atau langsung (Brinson dalam Moosvi, Reinsberg, & Rieger, 2019). Melalui serangkaian kegiatannya, *hands-on lab* dapat meningkatkan memori dan daya ingat sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa (Ferri, et al., 2016). Dibalik keunggulan yang diberikan dalam pembelajaran *hands-on lab*, terdapat pula kekurangan, antara lain: (a) beberapa pelajaran laboratorium yang berharga tidak dieksplorasi di laboratorium praktik langsung karena eksperimen akan terlalu mahal atau terlalu berbahaya; (b) Fenomena mikroskopis dan submikroskopis tidak dapat tergambarkan secara nyata (Singer, et al. dalam Burkett & Smith, 2016).

Untuk mengatasi kelemahan tersebut di atas, maka disiasati dengan pembelajaran *virtual lab*. *Virtual lab* merupakan pengalaman laboratorium tanpa laboratorium yang sebenarnya, tetapi berbentuk simulasi percobaan pada komputer (Keller & Keller, 2005) yang merupakan replika dari pengalaman *hands-on* (Burkett & Smith, 2016). Salah satu keuntungan dari pembelajaran dengan *virtual lab* yakni dapat membuat fenomena yang tidak terlihat (mikroskopis) menjadi terlihat (Finkelstein, et al., Jacobsen & Wilensky, dalam (Son, et al., 2016).

Mengacu pada uraian di atas, maka dapat dikatakan bahwa *virtual lab* menjadi pelengkap bagi pembelajaran *hands-on lab*. Hal ini sejalan dengan pendapat Burkett & Smith (2016) yang mengatakan bahwa *virtual lab* sebagai pelengkap bagi *hands-on lab*. Dengan demikian, penelaahan mengenai implementasi *hands-on lab* dan *virtual lab* pada materi perpindahan kalor di kelas V SD menjadi tantangan yang menarik.

Hands-On dan Virtual Lab

Hands-on lab merupakan kegiatan praktik laboratorium secara langsung atau pembelajaran lab secara tatap muka atau langsung (Brinson dalam Moosvi, Reinsberg, & Rieger, 2019). Dalam pembelajaran dengan *hands-on lab*, siswa mempraktikkan kegiatan eksperimen secara langsung dengan menggunakan alat dan bahan yang nyata. Manfaat *hands-on lab* antara lain: (a) membantu siswa mempelajari keterampilan laboratorium, memperkuat konsep-konsep dasar ilmiah, memungkinkan pertanyaan terbuka, dan meningkatkan keterampilan kolaborasi (Ma & Nickerson dalam Burkett & Smith, 2016), (b) sangat efektif dalam meningkatkan pembelajaran siswa dan retensi pengetahuan karena melalui praktik *hands-on* dapat meningkatkan memori dan daya ingat sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa (Ferri, et al., 2016), (c) mendorong kreativitas dalam pemecahana masalah, memajukan kemandirian siswa, mengembangkan sikap ilmiah, dan keterampilan proses sains (Hırça, 2012).

Virtual lab merupakan pengalaman laboratorium tanpa laboratorium yang sebenarnya, tetapi berbentuk simulasi percobaan pada komputer (Keller & Keller, 2005) yang merupakan replika dari pengalaman *hands-on lab* (Burkett & Smith, 2016). Fenomena mikroskopis dan makroskopis dapat digambarkan pada skala tertentu melalui simulasi sehingga dapat diamati dengan jelas oleh siswa (Arista & Kuswanto, 2018). Laboratorium virtual memiliki beberapa manfaat diantaranya biaya lebih rendah, lebih aman, hemat waktu untuk menyelesaikan, dan tidak memerlukan ruang yang besar, dan melatih teknologi komputer (Keller & Keller, 2005; Burkett & Smith, 2016). Lebih mendalam, keuntungan *virtual lab* adalah (a)

Menyediakan lingkungan yang relatif bebas risiko bagi siswa untuk mengeksplorasi konsep ilmiah dalam mode berbasis inquiri (Zacharia, Olympiou, & Papaevripidou, dalam Son.et al., 2016), (b) keuntungan kedua adalah realitanya dapat ditambahkan dalam layanan pedagogi sehingga membantu memusatkan perhatian siswa dalam pembelajaran, dan (c) dapat membuat fenomena yang tidak terlihat menjadi terlihat atau menghubungkan fenomena yang dapat diamati dengan simbolik representasi (Finkelstein, et al.; Jacobsen & Wilensky, dalam Son.et al., 2016). Dalam penelitian ini, peneliti menggabungkan *hands-on lab* dengan *virtual lab* secara bersamaan dalam pembelajaran dimana *virtual lab* mendukung *hands-on lab* untuk menjelaskan konsep-konsep yang mikroskopis. Hal ini sesuai dengan pendapat Burkett & Smith (2016) bahwa virtual lab sebagai suplemen *hands-on lab* diterima secara umum.

Pemahaman Konsep

Pemahaman konsep merupakan proses berpikir yang dilakukan oleh individu untuk benar-benar memahami suatu objek atau peristiwa (Arends dalam Arista & Kuswanto, 2018). Lebih jelas lagi Macanas & Rogayan (2019) mengemukakan bahwa pemahaman konsep merupakan proses menangkap ide yang ditransfer yang dapat memfasilitasi siswa untuk menerapkan apa yang dipelajari di kelas pada seluruh domain. Pemahaman konseptual melibatkan penguasaan konten di mana pengetahuan dapat dihasilkan dan dibangun melalui banyak hubungan antara pengetahuan yang ada dan sebelumnya dan ditransfer melalui rekonstruksi prosedur (Donevska-Todorova dalam Mutambara, Tendere, & Chagwiza, 2020).

Jojo (dalam Mutambara, Tendere, & Chagwiza, 2020) berpendapat bahwa peserta didik dengan pemahaman konsep dapat dengan mudah menjelaskan metode kepada rekan mereka sehingga terjadi retensi dan rekonstruksi fakta ketika dilupakan. Siswa dikatakan memahami konsep jika dapat dengan tepat mendefinisikan, memanfaatkan, menerapkan dan mencontohkan setiap bagian pengetahuan teoritis (Saglam-arслан & Devecioglu, 2010). Wulandari (2018) mengungkapkan bahwa indikator pemahaman konsep menurut Schönborn & Anderson meliputi (a) Mengingat konsep, (b) Mengintegrasikan konsep dengan konsep terkait, dan (c) Mentransfer dan menerapkan konsep untuk memecahkan masalah. Sedikit berbeda, Konicek-Moran dan Keeley (dalam Widiyatmoko, 2018) mengatakan bahwa siswa memiliki pemahaman tentang suatu konsep, mereka dapat (a) mendefinisikan, (b) menggunakannya di bidang-bidang selain yang mereka peroleh, (c) menyatakannya dengan kata-kata mereka sendiri, (d) menemukan metafora atau analogi untuk itu, atau (e) membangun model mental atau fisiknya (Konicek-Moran dan Keeley dalam Widiyatmoko, 2018).

Berpikir Kritis

Paul dan Elder (dalam Demiral & Çepni, 2018) mendefinisikan berpikir kritis sebagai jenis kemampuan kognitif yang digunakan dalam menentukan situasi yang rumit. Menurut Wulandari (2018), keterampilan berpikir kritis dapat membawa siswa untuk melihat masalah dengan perspektif yang berbeda, di mana kemampuan berpikir itu mengarahkan siswa untuk dapat menganalisis suatu fenomena yang terjadi dengan melihat kekuatan dan kelemahan dari keadaan. Dengan memiliki kemampuan berpikir kritis ini, siswa akan memiliki keberanian untuk mengekspresikan ide, selalu memiliki rasa ingin tahu, fleksibel, berpikiran terbuka, jujur, berhati-hati dalam membuat penilaian, berpikiran jernih, terorganisir dan dapat dilacak dalam menyelesaikan masalah, dan pantang menyerah dalam mencari hasil yang optimal.

Terkait dengan berpikir kritis, Fischer (dalam Istiyono, et al., 2019) menyebutkan beberapa kemampuan, yaitu: (a) mengenali masalah; (b) menemukan cara yang dapat digunakan untuk

menyelesaikan masalah; (c) mengumpulkan informasi yang diperlukan; (d) memahami dan menggunakan bahasa yang tepat, menganalisis data, menilai fakta, dan mengevaluasi pernyataan; (e) mengakui hubungan logis antara masalah; (f) menggambar kesimpulan dan persamaan yang diperlukan; dan (g) memeriksa persamaan dan kesimpulan. Faccione (dalam Wulandari, 2018) menyebutkan bahwa indikator berpikir kritis meliputi: (a) Interpretasi, (b) Analisis, (c) Evaluasi, (d) Inferensi, dan (e) Eksplanasi. Lebih lanjut, Ennis (dalam Abdurrahman, Setyaningsih, & Jalmo, 2019; Carvalho. et al., 2015) mengklasifikasikan inti keterampilan berpikir kritis dalam lima bidang dasar: (a) klarifikasi dasar, (b) dukungan dasar, (c) inferensi, (d) klarifikasi lanjutan, dan (e) strategi dan taktik.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan rancangan *pretest-posttest control group design without randomization* (Gall, Gall, & Borg, 2010). Berikut gambaran mengenai rancangan desain yang digunakan.

Tabel 1. *Pretest-posttest Control Group Design without Randomization*

O	X	O
O	Y	O

Keterangan: O = *pretest* dan *posttest*
 X = Pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab*
 Y = Pembelajaran *hands-on* dan video simulasi

Sampel penelitian adalah siswa kelas V di salah satu sekolah dasar negeri di Kota Bandung, yang berjumlah 64 orang. Sampel dalam penelitian ini dipilih tidak secara acak, tetapi memilih langsung dua kelas yang berbeda yang kemudian satu kelas menjadi kelas eksperimen dan kelas lainnya menjadi kelas kontrol. Dengan demikian prosedur penyampelan dilakukan melalui teknik *convenience sampling* (Gall et al., 2010).

Instrumen yang digunakan untuk mengukur pemahaman konsep perpindahan kalor yaitu tes dengan bentuk *two tiers*. Soal tingkat pertama berbentuk pilihan ganda dengan empat pilihan untuk menentukan jawaban, sedangkan soal tingkat kedua meminta alasan atas pemilihan jawaban di tingkat pertama. Soal yang dibuat mengacu pada indikator pemahaman konsep sebagaimana yang dikemukakan oleh Saglam-arслан & Devecioglu (2010) yang meliputi mendefinisikan, memanfaatkan, menerapkan dan mencontohkan setiap bagian pengetahuan teoritis. Selanjutnya, instrumen yang digunakan untuk mengukur kemampuan berpikir kritis siswa pada materi perpindahan kalor yaitu berupa tes tertulis dalam bentuk soal uraian. Soal dibuat mengacu pada indikator berpikir kritis dari Faccione (dalam Wulandari, 2018) yaitu: interpretasi, analisis, evaluasi, inferensi, dan eksplanasi.

Sebelumnya, kedua instrumen tersebut diuji validitas secara konten melalui *judgment expert* dan secara empiris melalui uji lapangan kepada siswa yang telah memperoleh pelajaran tentang materi yang diteliti yaitu tentang perpindahan kalor. Selain itu, instrumen juga diuji reliabilitasnya secara internal kepada ahli dan secara eksternal dengan uji kesejajaran di lapangan. Hasil uji validitas lapangan menunjukkan bahwa dari sebanyak 30 soal pemahaman konsep, hanya 20 soal yang valid, sisanya tidak dipakai. Hasil uji reliabilitas menunjukkan angka 0,745 dengan reliabilitas tinggi. Hasil uji validitas lapangan menunjukkan bahwa dari sebanyak 10 soal berpikir kritis, hanya 5 soal yang valid, sisanya tidak dipakai. Hasil uji

reliabilitas menunjukkan angka 0,724 dengan reliabilitas tinggi. Berikut kisi-kisi pemahaman konsep dan berpikir kritis yang telah melalui uji validitas dan reliabilitas.

Tabel 2. Kisi-kisi Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis

Kemampuan	Indikator	Butir Soal	Jumlah
Pemahaman Konsep	Mendefinisikan	1, 5, 9, 13, 17	5 butir
	Memanfaatkan	2, 6, 10, 14, 18	5 butir
	Menerapkan	3, 7, 11, 15, 19	5 butir
	Mencontohkan	4, 8, 12, 16, 20	5 butir
Jumlah			20 butir
Berpikir Kritis	Analisis	1	1 butir
	Eksplanasi	2	1 butir
	Interpretasi	3	1 butir
	Inferensi	4	1 butir
	Evaluasi	5	1 butir
Jumlah			5 butir

Data yang diperoleh dari tes pemahaman konsep dan berpikir kritis dianalisis secara kuantitatif dengan bantuan SPSS dan *microsoft excel*. Untuk mengetahui peningkatan pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa dianalisis dengan menggunakan nilai gain. Sedangkan untuk mengetahui perbedaan peningkatan pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa setelah memperoleh pembelajaran digunakan uji beda rata-rata melalui uji annova atau kruskal wallis. Selanjutnya, pemahaman konsep siswa dianalisis untuk mengategorikannya sesuai dengan levelnya yang dikemukakan oleh Demircioglu & Selcuk (2016) sebagai berikut.

Tabel 3. Level Pemahaman Konsep

Level Pemahaman Konsep	Interpretasi	Kriteria Penilaian	Skor
<i>Sound Understanding</i>	Respon memuat semua tingkat benar	Jawaban benar – Alasan benar	3
<i>Partial Understanding</i>	Respon memuat komponen yang benar, tetapi tidak semua.	Jawaban benar – Sebagian alasan benar	2
<i>Specifik Misconception</i>	Respon menunjukkan paham konsep, tetapi juga memuat miskonsepsi	Jawaban salah – Alasan benar Jawaban benar – Alasan salah Jawaban benar – Alasan kosong Jawaban salah – Sebagian alasan benar	2 1 1 1
<i>No Understanding</i>	Respon tidak masuk akal atau salah	Jawaban salah – Alasan salah Jawaban salah – Alasan kosong	0 0
<i>No Respon</i>	Mengulang pertanyaan, berisi informasi tidak relevan atau tidak jelas, membiarkan jawaban kosong	Jawaban kosong – Alasan kosong	0

HASIL DAN DISKUSI

Pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa masing-masing diperoleh melalui tes yang diberikan pada *pretest* dan *postest*. Sebelum dilaksanakan intervensi, diberikan *pretest* baik di kelas kontrol dengan pembelajaran *hands-on* dan *video*, maupun di kelas eksperimen dengan pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab*. Setelah pembelajaran, diberikan *postest* di kedua

kelas. Ringkasan statistik *pretest* dan *posttest* pemahaman konsep dan berpikir kritis disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 4. Ringkasan Uji Anova *Pretest* dan *Posttest*

Kemampuan	Tests	Kelas	N	Mean	df	SD	Sig.
Pemahaman Konsep	<i>Pretest</i>	E	32	37,7	60	8,2	0,885
		K	32	37,3		8,9	
	<i>Posttest</i>	E	32	83,3	60	11,2	0,000
		K	32	69,5		11,1	
Berpikir Kritis	<i>Pretest</i>	E	32	27,7	60	10,6	0,770
		K	32	28,4		10,6	
	<i>Posttest</i>	E	32	70,2	60	11,8	0,001
		K	32	59,5		11,5	

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa hasil uji anova *pretest* menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa di kedua kelas. Hal ini membuktikan bahwa kedua kelas memiliki kemampuan awal yang sama, baik pemahaman konsep maupun berpikir kritis. Selanjutnya hasil uji anova *posttest* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa di kedua kelas. Hal ini membuktikan bahwa kedua kelas memiliki kemampuan akhir yang berbeda, baik pemahaman konsep maupun berpikir kritis.

Selanjutnya, untuk mengetahui pembelajaran manakah yang memiliki pengaruh lebih baik terhadap pemahaman konsep dan berpikir kritis maka dilihat nilai N-gain dari kedua kelas. Berikut ringkasan N-gain dari kedua kelas.

Tabel 5. Peningkatan Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis

Kemampuan	Kelas	N-Gain
Pemahaman Konsep	Eksperimen	0,74
	Kontrol	0,52
Berpikir Kritis	Eksperimen	0,60
	Kontrol	0,44

Melalui Tabel 5 dapat diketahui bahwa rata-rata N-gain pemahaman konsep kelas eksperimen yang menerapkan pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* adalah 0,74 lebih tinggi dibandingkan rata-rata N-gain kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran *hands-on* dan video yaitu 0,52. Dengan demikian pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* berpengaruh lebih baik terhadap pemahaman konsep siswa dibandingkan pembelajaran *hands-on* dan video. Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian Arista & Kuswanto (2018) yang mengungkapkan bahwa pembelajaran *virtual lab* sebagai pelengkap pembelajaran *hands-on* meningkatkan pemahaman konsep siswa secara signifikan.

Peningkatan pemahaman konsep siswa melalui pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* karena dalam pembelajaran *hands-on* siswa mempraktikkan kegiatan eksperimen secara langsung sehingga dapat meningkatkan memori dan daya ingatnya. Dengan begitu, pemahaman konsep siswa akan meningkat pula (Burkett & Smith, 2016; Ferri et al., 2016) karena siswa melakukan rekonstruksi prosedur (Donevska-Todorova dalam Mutambara, Tendere, & Chagwiza, 2020). Pembelajaran juga dilengkapi dengan *virtual lab* yang mampu merepresentasikan fenomena mikroskopis menjadi terlihat dan dapat diamati (Finkelstein, et al.; Jacobsen & Wilensky, dalam Son et al., 2016) sehingga memudahkan siswa

menghubungkan fenomena yang terjadi secara makroskopis dengan mikroskopisnya. Hal ini dapat memperkuat proses berpikir siswa untuk benar-benar memahami suatu objek atau peristiwa (Arends dalam Arista & Kuswanto, 2018).

Tabel 6. Persentase Distribusi Level Pemahaman Konsep

Level	Test	Kls	Item Pertanyaan																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
SU	Pre	E	-	-	-	-	2	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	
		K	1	-	-	-	2	-	-	-	4	-	-	-	1	-	-	-	3	-	-	-	
	Post	E	56	47	37	30	44	36	29	26	62	41	36	33	66	52	43	29	60	58	40	34	
		K	58	46	38	32	43	32	31	24	63	40	34	35	65	54	41	28	62	57	42	35	
	PU	Pre	E	8	5	3	2	10	7	6	2	12	9	4	1	15	3	2	-	9	6	3	2
			K	9	6	4	1	13	6	7	3	10	8	8	2	14	5	3	2	10	6	5	3
Post		E	28	30	34	33	38	38	46	51	20	43	48	46	26	31	36	46	24	28	43	48	
		K	30	31	34	30	41	40	42	53	21	47	45	44	26	29	37	45	23	27	38	44	
SM		Pre	E	37	28	25	20	31	37	23	16	26	22	19	12	33	27	24	21	30	23	18	14
			K	35	30	27	18	32	36	25	15	27	23	22	13	35	26	25	23	31	20	19	15
	Post	E	10	19	25	30	14	23	20	10	15	10	13	8	6	14	16	18	13	10	13	12	
		K	8	18	23	31	15	22	21	12	13	9	14	10	7	15	17	16	11	12	14	13	
	NU	Pre	E	50	64	62	71	45	50	63	67	54	63	65	73	49	66	67	70	57	68	73	71
			K	51	62	62	72	51	53	62	70	56	64	61	77	49	66	64	66	54	70	68	73
Post		E	6	4	3	4	4	2	3	7	3	4	2	9	2	3	4	6	3	4	3	4	
		K	4	5	3	5	1	3	2	6	3	3	4	8	2	2	3	7	4	3	4	5	
NR		Pre	E	5	3	10	7	12	6	8	15	4	6	12	14	2	4	7	9	1	3	6	13
			K	4	2	7	9	2	5	6	12	3	5	9	8	1	3	8	9	2	4	8	9
	Post	E	-	-	1	3	-	1	2	6	-	2	1	4	-	-	1	1	-	-	1	2	
		K	-	-	2	2	-	3	4	5	-	1	3	3	-	-	2	4	-	1	2	3	

*SU=Sound Understanding; PU=Partial Understanding; SM=Spesifik Misconception; NU=No Understanding; NR= No Respon

Tabel 6 merangkum data level pemahaman konsep yang diperoleh dari *pretest* dan *posttest* baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Pemahaman konsep siswa di kedua kelas mengalami perubahan menuju ke arah yang lebih baik. Temuan penelitian menunjukkan bahwa di kedua kelas, masih terdapat miskonsepsi siswa. Dengan demikian, pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* tidak serta merta menghilangkan tetapi hanya mengurangi miskonsepsi. Temuan serupa dijumpai pada hasil penelitian (Demircioğlu & Çağatay, 2014; Demircioğlu & Selcuk, 2016).

Pada Tabel 5 dapat diketahui bahwa rata-rata N-gain berpikir kritis kelas eksperimen yang menerapkan pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* adalah 0,60 lebih tinggi dibandingkan rata-rata N-gain kelas kontrol yang menerapkan pembelajaran *hands-on* dan video yaitu 0,44. Dengan demikian pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* berpengaruh lebih baik terhadap berpikir kritis siswa pada materi perpindahan kalor dibandingkan pembelajaran *hands-on* dan video.

Seiring dengan peningkatan pemahaman konsep siswa, kemampuan berpikir kritis pun mengalami peningkatan. Hal ini sejalan dengan pendapat Wulandari (2018) bahwa pemahaman konsep merupakan kemampuan yang menjadi dasar dan prasyarat bagi kemampuan berpikir kritis. Pembelajaran *hands-on* melatih kemampuan berpikir kritis siswa melalui memberikan pengalaman langsung dan proses inkuiri. Dalam *virtual lab* yang merupakan replika dari pengalaman *hands-on* terkait dengan fenomena mikroskopis yang tidak diamati secara langsung (Burkett & Smith, 2016), siswa juga mengalami proses inkuiri. Melalui *virtual lab* siswa dapat mengamati dan menyelidiki bagaimana perpindahan kalor baik secara konduksi, konveksi, dan radiasi yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pada kondisi alamiahnya. Siswa dapat melakukan manipulasi kondisi yang berpengaruh terhadap perpindahan kalor untuk menganalisis suatu fenomena rumit yang terjadi (Demiral & Çepni, 2018a; Wulandari, 2018).

Tabel 7. Persentase Distribusi Kemampuan Berpikir Kritis

Test	Kelas	Pertanyaan				
		1	2	3	4	5
Pre	E	41	38	30	18	13
	K	42	37	30	17	12
Post	E	86	77	75	63	50
	K	84	65	63	48	39

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa indikator analisis dan evaluasi di kelas eksperimen dan kelas kontrol memperoleh persentase paling rendah dibandingkan yang lain, baik pada *pretest* maupun pada *posttest*. Hal ini disebabkan karena proses berpikir dalam evaluasi dan inferensi lebih rumit dibandingkan dengan indikator lainnya. Ini karena siswa harus mampu menganalisis masalah terlebih dahulu dan kemudian mengevaluasi serta membuat kesimpulan tentang konsep perpindahan kalor. Kesimpulan adalah kemampuan untuk membuat hipotesis atau kesimpulan (Wulandari, 2018).

Mengacu pada uraian temuan dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* dapat meningkatkan pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa secara signifikan pada materi perpindahan kalor. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa pembelajaran laboratorium dapat meningkatkan pemahaman konsep (Arista & Kuswanto, 2018; Demircioğlu & Çağatay, 2014; Wangdi, Kanthang, & Precharattana, 2017) dan berpikir tingkat tinggi, salah satunya berpikir kritis siswa (Croner, 2003; Irwanto, et al., 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dijelaskan di atas mengenai pengaruh pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* memberikan pengaruh yang signifikan pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa, dapat disimpulkan bahwa pemahaman konsep dan berpikir kritis siswa yang memperoleh pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan siswa di kelas kontrol. Pemahaman konsep siswa mengalami perubahan menuju ke arah yang lebih baik tetapi masih terdapat miskonsepsi siswa. Dengan demikian, pembelajaran *hands-on* dan *virtual lab* tidak serta merta menghilangkan tetapi hanya mengurangi miskonsepsi. Berpikir kritis pada indikator analisis dan evaluasi memperoleh persentase paling rendah dibandingkan yang lain, baik pada *pretest* maupun pada *posttest*. Hal ini disebabkan karena proses berpikir dalam evaluasi dan inferensi lebih rumit dibandingkan dengan indikator lainnya. Pembelajaran *hands-on* melatih kemampuan berpikir kritis siswa melalui memberikan pengalaman langsung dan proses inkuiri. Dalam *virtual lab* yang merupakan replika dari pengalaman *hands-on* terkait dengan fenomena mikroskopis yang tidak diamati secara langsung, siswa juga mengalami proses inkuiri. Mereka dapat mengamati dan menyelidiki bagaimana perpindahan kalor baik secara konduksi, konveksi, dan radiasi yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pada kondisi alamiahnya. Siswa dapat melakukan manipulasi kondisi yang berpengaruh terhadap perpindahan kalor untuk menganalisis suatu fenomena rumit yang terjadi.

REFERENSI

Abdullah, S. S. (2016). Transforming science teaching environment for the 21st century primary school pupils. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 4(4), 68–

76.

- Abdurrahman, A., Setyaningsih, C. A., & Jalmo, T. (2019). Implementating multiple representation-based worksheet to develop critical thinking skills. *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 138–155. <https://doi.org/10.12973/tused.10271a>
- Andayani, Y., Hadisaputra, S., & Hasnawati, H. (2018). Analysis of the level of conceptual understanding. *Journal of Physics: Conference Series*, 1095(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1095/1/012045>
- Arista, F. S., & Kuswanto, H. (2018). Virtual physics laboratory application based on the android smartphone to improve learning independence and conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.1111a>
- Bao, L., & Koenig, K. (2019). Physics education research for 21st century learning. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0007-8>
- Buber, A., & Coban, G. U. (2017). The effects of learning activities based on argumentation on conceptual understanding of 7th graders about “force and motion” unit and establishing thinking friendly classroom environment. *European Journal of Educational Research*, 6(3), 367–384. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.6.3.367>
- Burkett, V. C., & Smith, C. (2016). Simulated vs. hands-on laboratory position paper. *Electronic Journal of Science Education*, 20(9).
- Carvalho. et al. (2015). Critical thinking, real life problems and feedback in the sciences classroom. *Journal of Turkish Science Education*, 12(2), 21–31. <https://doi.org/10.12973/tused.10138a>
- Croner, P. (2003). Developing critical thinking skills through the use of guided laboratory activities. *Science Education Review*, 2(2), 1–13.
- Demiral, Ü., & Çepni, S. (2018a). Examining argumentation skills of preservice science teachers in terms of their critical thinking and content knowledge levels: an example using GMOs. *Journal of Turkish Science Education*, 15(03).
- Demiral, Ü., & Çepni, S. (2018b). Examining argumentation skills of preservice science teachers in terms of their critical thinking and content knowledge levels: An example using GMOs. *Journal of Turkish Science Education*, 15(3), 128–151. <https://doi.org/10.12973/tused.10241a>
- Demircioğlu, G., & Çağatay, G. (2014). Effect of laboratory activities based on 5e model of constructivist approach on 9th grade students’ understanding of solution chemistry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, Vol. 116, pp. 3120–3124. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.719>
- Demircioglu, S., & Selcuk, G. S. (2016). The effect of the case-based learning method on high school physics students’ conceptual understanding of the unit on energy. *Asia Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 17(2), 1–25.
- Ferri. et al. (2016). Effects of in-class hands-on laboratories in a large enrollment, multiple section blended linear circuits course. *Advances in Engineering Education*, 5(3), 1–27.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2010). *Applying Educational Research*. Boston: Pearson Education.
- Hırça, N. (2012). The influence of hands on physics experiments on scientific process skills according to prospective teachers’ experiences. *European J Of Physics Education*, 4(1), 1–9. Retrieved from <http://ejpe.erciyes.edu.tr/index.php/EJPE/article/view/82>
- Irwanto. et al. (2019). Using inquiry-based laboratory instruction to improve critical thinking and scientific process skills among preservice elementary teachers. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2019(80), 151–170. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.80.8>

- Istiyono et al. (2019). Developing IRT-based physics critical thinking skill test: A CAT to answer 21st century challenge. *International Journal of Instruction*, 12(4), 267–280. <https://doi.org/10.29333/iji.2019.12417a>
- Kan'An, A. (2018). The relationship between Jordanian students' 21st century skills (Cs21) and academic achievement in science. *Journal of Turkish Science Education*, 15(2), 82–94. <https://doi.org/10.12973/tused.10232a>
- Keller, H., & Keller, E. (2005). Making real virtual labs. *Science Education Review*, 4(1), 2–11.
- Macanas, G. A., & Rogayan, D. V. (2019). Enhancing elementary pupils' conceptual understanding on matter through sci-vestigative pedagogical strategy (SPS). *Participatory Educational Research*, 6(2), 206–220. <https://doi.org/10.17275/per.19.22.6.2>
- Mataka, L., & Taibu, R. (2020). A multistep inquiry approach to improve pre-service elementary teachers' conceptual understanding. *International Journal of Research in Education and Science*, 6(1), 86–99.
- Moosvi, F., Reinsberg, S. A., & Rieger, G. W. (2019). Can a hands-on physics project lab be delivered effectively as a distance lab? *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 20(1), 22–42. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i1.3782>
- Mutambara, L. H. N., Tendere, J., & Chagwiza, C. J. (2020). Exploring the conceptual understanding of the quadratic function concept in teachers' colleges in Zimbabwe. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(2), 1–17. <https://doi.org/10.29333/ejmste/112617>
- Ozdemir, E., Coramik, M., & Urek, H. (2020). Determination of conceptual understanding levels related to optics concepts: the case of opticianry. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 8(1), 53–64.
- Saglam-arslan, A., & Devecioglu, Y. (2010). Student teachers' levels of understanding and model of understanding about Newton's laws of motion. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11(1), 1–20.
- Son et al. (2016). Comparing physical, virtual, and hybrid flipped labs for general education biology. *Journal of Asynchronous Learning Network*, 20(3), 228–243. <https://doi.org/10.24059/olj.v20i3.687>
- Sukaesih, S., & Sutrisno. (2016). Preface: international conference on recent trends in physics (ICRTP 2016). *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Tasoğlu, A. K., & Bakaç, M. (2014). The effect of problem based learning approach on conceptual understanding in teaching of magnetism topics. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 6(2), 110–122.
- Wangdi, D., Kanthang, P., & Precharattana, M. (2017). Development of a hands-on model embedded with guided inquiry laboratory to enhance students' understanding of law of mechanical energy conservation. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 18(2), 1–27.
- Widiyatmoko, A. (2018). The Effectiveness of simulation in science learning on conceptual understanding: A literature review. *Journal of International Development and Cooperation*, 24(1 · 2), 35–43. <https://doi.org/10.15027/45251>
- Wulandari, A. Y. R. (2018). Correlation between critical thinking and conceptual understanding of student's learning outcome in mechanics concept. *AIP Conference Proceedings, 2014*. <https://doi.org/10.1063/1.5054432>