

Penerapan Model *Problem Based Learning* Berbantuan Laboratorium Virtual PhET Untuk Meningkatkan HOTS Siswa SMA

S Alfiah^{1,2} dan Dwikoranto¹

¹Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Surabaya

²E-mail: siti.alfiahalf9@gmail.com

Received: 15 Maret 2022, Accepted: 21 Maret 2022, Published: 30 April 2022

Abstrak. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi peran model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan laboratorium virtual PhET dalam meningkatkan HOTS siswa SMA. Penelitian ini berjenis penelitian kuantitatif beserta *Pre-Experimental* sebagai metode penelitian yang berbentuk *one group pretest-posttest design*. Tempat pelaksanaan penelitian di SMAN 17 Surabaya secara *daring* pada semester ganjil tahun pelajaran 2021/2022 dengan sampel penelitian 30 siswa kelas X MIPA 5 yang dipilih melalui teknik *simple random sampling*. Data penelitian ini dikumpulkan melalui metode tes tertulis berbentuk soal esai dengan kategori HOTS yang diuji validitas terlebih dahulu sebelum diterapkan dalam pembelajaran. Teknik analisis data dilaksanakan melalui uji normalitas, uji homogenitas, dan uji hipotesis melalui *software* SPSS 25 dengan taraf signifikansi sebesar 5% serta uji *N-gain* untuk mengidentifikasi level peningkatan HOTS peserta didik. Hasil analisis data menunjukkan bahwa data sampel homogen dan terdistribusi normal sehingga uji hipotesis dilakukan menggunakan *Paired-Samples T-test* dengan hasil nilai signifikansi (2-tailed) kurang dari 0,05 sehingga disimpulkan bahwa terdapat pengaruh model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET pada peningkatan HOTS peserta didik dengan level peningkatan sedang dan *N-gain* 0,56.

Kata kunci: PBL, Laboratorium Virtual, PhET, HOTS

Abstract. This research was conducted to identified the effect of the PBL model assisted by the virtual PhET laboratory in increasing the HOTS of high school students. This research is a quantitative study with a *Pre-Experimental* method using a one-group pretest-posttest design carried out online at SMAN 17 Surabaya in the odd semester of the 2021/2022 academic year with a research sample of class X MIPA 5 selected through simple random sampling. It collected data through a written test in an essay in the HOTS category, which is tested for validity first. The data analysis technique was carried out using normality, homogeneity, and hypothesis testing through SPSS software. With a significance level of 5% and the *N-gain* test to identify the increase in students' HOTS. The results of data analysis identified that the data was homogeneous and normally distributed, so that hypothesis testing was carried out using *Paired-Samples T-test* with the results of a significance value (2-tailed) > 0.05 so it can be concluded that the PBL model assisted by the PhET virtual laboratory affects increasing the HOTS of students with medium improvement level and 0.56 *N-gain*.

Keywords: PBL, Virtual Lab, PhET, HOTS

1. Pendahuluan

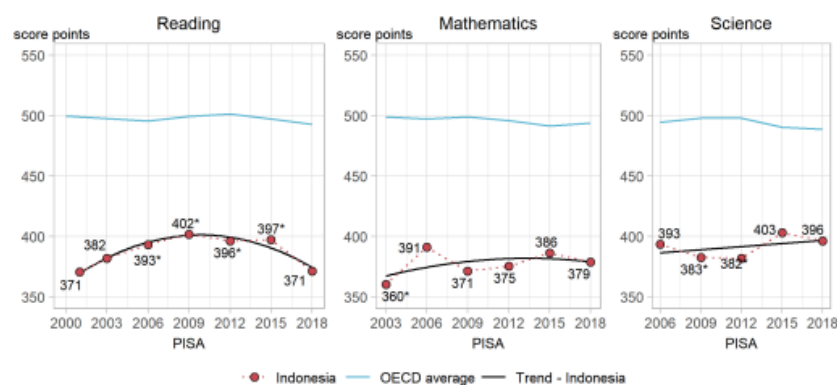
Pendidikan merupakan usaha sadar terstruktur dengan tujuan untuk menaikkan derajat kehidupan dan potensi generasi bangsa yang mempunyai daya saing global sehingga berperan penting dalam mencapai kemajuan dan kesejahteraan bangsa [1]. Pendidikan nasional memiliki tujuan untuk membentuk watak dan potensi generasi bangsa agar selalu bertakwa dan beriman kepada Tuhan YME,

berkarakter, berilmu, terampil, bertanggung jawab, memiliki kreativitas, independen, dan berjiwa demokratis [2]. *National Education Association* (NEA) menyatakan bahwa 4C merupakan keterampilan Abad-21 yang harus dikuasai peserta didik, yaitu *Creativity and innovation, Communication, Critical thinking and problem solving*, dan *Collaboration* [3].

Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan beberapa kebijakan untuk melatih keterampilan Abad-21 sehingga terjadi peningkatan kualitas pendidikan di Indonesia, diantaranya adalah penyempurnaan kurikulum pendidikan dari KTSP 2006 menjadi Kurikulum 2013 dengan harapan dapat menghasilkan generasi berkualitas dengan penguatan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang terintegrasi [1]. Penyempurnaan Kurikulum 2013 terus diupayakan sehingga terbentuklah Kurikulum 2013 revisi tahun 2017 yang mengandung beberapa pokok penting sebagai tujuan utama pemerintah, yaitu Penguatan Pendidikan Karakter (PPK), keterampilan 4C, literasi, serta *Higher Order Thinking Skill* (HOTS) [4]. Taksonomi Bloom membagi dua tingkatan dalam aspek kognitif, yaitu *Lower Order Thinking Skills* (LOTS) yang terdiri atas aspek kognitif level C1-C3 (mengingat, memahami, dan menerapkan) dan HOTS yang terdiri atas aspek kognitif level C4-C6 (menganalisis, mengevaluasi, mencipta). Menganalisis merupakan kemampuan memperoleh pemahaman lebih dalam dengan cara menguraikannya menjadi komponen-komponen yang lebih kecil serta mengorganisir dan mengkorelasikannya menjadi pengetahuan yang lebih luas. Ketika keterampilan menganalisis seseorang dapat mencapai tahap berpikir kritis dan mampu mengambil keputusan secara tepat sesuai dengan hasil analisisnya, maka kemampuan orang tersebut telah mencapai level berpikir mengevaluasi. Pada level evaluasi, seseorang dapat menemukan kekurangan dan kelebihan sehingga orang tersebut dapat mencapai level mencipta, yaitu mampu menghasilkan inovasi baru [5].

Fisika termasuk cabang ilmu sains yang bersifat kompleks sehingga diperlukan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) untuk mempelajarinya. Pembelajaran fisika tersusun atas aspek produk yang berisi gabungan pengetahuan terkait generalisasi, konsep, prinsip, hukum, teori fisika serta sebagai proses yang tersusun atas rangkaian proses ilmiah dalam menyelidiki dan mengembangkan pengetahuan dan fenomena fisika [6]. Pembelajaran Fisika bertujuan untuk memperluas pengalaman dan keterampilan peserta didik serta meningkatkan kemampuan bernalar peserta didik sehingga dapat menjelaskan fenomena fisika dan menyelesaikan permasalahan fisis secara kritis dan kreatif. Guru diharapkan dapat memfasilitasi pelatihan HOTS peserta didik melalui penggunaan model, media, metode, maupun strategi pembelajaran selaras dengan karakteristik materi serta kondisi lingkungan belajar dan peserta didik supaya memudahkan guru selama penjelasan materi dan pencapaian tujuan pembelajaran agar lebih optimal [7].

Indonesia mengikuti dua asesmen internasional yang mengevaluasi kinerja peserta didik pada keterampilan sains, literasi, dan matematika, yaitu PISA yang diadakan OECD dan TIMSS yang diadakan IEA [8]. Adapun grafik tren kinerja Indonesia pada PISA disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tren Kinerja Indonesia pada PISA [9]

Tren rata-rata kinerja Indonesia pada PISA yang disajikan dalam Gambar 1 mengindikasikan skor rata-rata Indonesia dalam bidang literasi, literasi, matematika, maupun sains masih rendah

dibandingkan dengan skor rata-rata OECD. Skor Indonesia dalam TIMSS pada tahun 2007 adalah 427 sedangkan pada tahun 2011 adalah 397 dari rata-rata nilai internasional, yaitu 500. Data asesmen TIMSS pada tahun 2007 menunjukkan bahwa dalam bidang sains dan ranah kognitif terutama fisika, rata-rata 39% jawaban peserta didik benar dalam ranah *knowing*, 28% pada ranah *applying*, dan 24% pada ranah *reasoning* sedangkan pada tahun 2011 rata-rata 36% jawaban peserta didik benar pada ranah *knowing*, 27% ranah *applying*, dan 20% pada ranah *reasoning* [10]. Hal tersebut mengindikasikan bahwa keterampilan peserta didik Indonesia pada ranah menalar yang tergolong dalam HOTS masih terbilang rendah.

Model PBL menjadi salah satu model pembelajaran yang terdiri atas serangkaian langkah pembelajarannya sejalan dengan pendekatan saintifik. Karakteristik utama model PBL adalah memberikan permasalahan kontekstual dan nyata untuk dipecahkan melalui rangkaian proses ilmiah [11]. Hal ini didukung sepaham dengan [12] yang dalam penelitiannya mengutarakan bahwa hasil belajar peserta didik kelas X MIPA-3 SMAN 1 Kembang terjadi peningkatan pada ranah kognitif setelah penggunaan model PBL. Model PBL yang diterapkan pada pembelajaran fisika dapat memfasilitasi peningkatan HOTS yang dimiliki oleh siswa karena model ini memiliki lima tahapan utama pembelajaran [13]. Hal ini diperkuat hasil penelitian [14] yang menjelaskan bahwa model PBL berdampak signifikan terhadap peningkatan HOTS peserta didik.

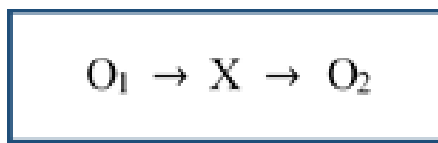
Pandemi COVID-19 menciptakan perubahan yang signifikan dalam pelaksanaan kegiatan pembelajaran yang sebelumnya dilaksanakan menggunakan sistem Pertemuan Tatap Muka (PTM) beralih menjadi sistem Pembelajaran Jarak Jauh (PJJ) yang dikenal sebagai sistem *daring*. Hal ini mengakibatkan kegiatan pembelajaran menjadi terbatas, termasuk dalam kegiatan pembelajaran fisika yang membutuhkan kegiatan praktikum di laboratorium [15]. Penggunaan bantuan media pembelajaran sederhana, alat peraga, atau media PhET yang merupakan simulasi interaktif yang dapat membantu memperjelas interpretasi siswa terhadap materi yang dipelajari menjadi alternatif solusi dalam menanggulangi keterbatasan tersebut [16]. Penggunaan PhET dalam pembelajaran bertujuan untuk membantu memperjelas konsep fisis, mempermudah guru dalam menyampaikan materi sehingga dapat meningkatkan efisiensi waktu, serta memberi ruang peserta didik agar turut berpartisipasi aktif sehingga membangun pembelajaran yang bermakna dan lebih menyenangkan. Hal ini sependapat dengan penelitian [7] yang hasilnya mengindikasikan adanya pengaruh pembelajaran fisika dengan simulasi virtual pada peningkatan HOTS peserta didik.

Skor Indonesia dalam PISA dan TIMSS mengindikasikan bahwa HOTS peserta didik di Indonesia masih terbilang rendah. Kegiatan pembelajaran fisika pada jenjang SMA masih berupa kumpulan konsep yang hanya dihafal oleh peserta didik dan belum melatih aspek HOTS sehingga menyebabkan rendahnya kemampuan peserta didik pada aspek kognitif karena mereka masih terkendala dalam memecahkan permasalahan yang diawali dengan penyelidikan [17]. Penggunaan model pembelajaran yang menunjang pengembangan HOTS peserta didik menjadi alternatif solusi peningkatan HOTS peserta didik.

Berdasarkan penjelasan yang telah diuraikan sebelumnya, dapat ditemukan bahwa model PBL dan penggunaan bantuan media PhET dalam pembelajaran fisika masing-masing dapat meningkatkan HOTS peserta didik sehingga untuk mengatasi rendahnya HOTS peserta didik di Indonesia dilakukan penelitian dengan tujuan agar mengetahui pengaruh model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET terhadap peningkatan HOTS peserta didik tingkat SMA.

2. Metode

Penelitian ini tergolong jenis penelitian kuantitatif dengan *Pre-Experimental* sebagai metode penelitian yang berbentuk *one group pretest-posttest design* serta *simple random sampling* sebagai teknik pemilihan sampel. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET dengan peningkatan HOTS siswa SMA dengan skema rancangan penelitian seperti pada Gambar 2.



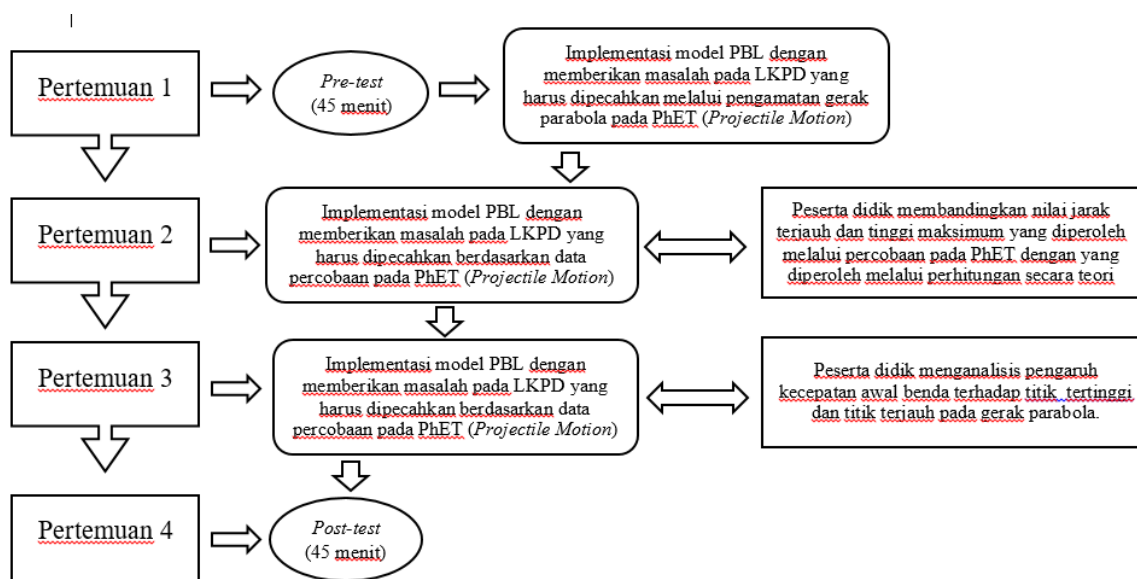
Gambar 2. Skema Rancangan Penelitian [18]

Skema rancangan penelitian pada Gambar 2 menunjukkan bahwa penelitian ini dimulai dengan pemberian soal *pre-test* berbentuk esai sebanyak 5 butir (O_1) yang bertujuan untuk mengidentifikasi HOTS awal peserta didik sebelum pemberian perlakuan, langkah selanjutnya adalah pemberian perlakuan dengan menerapkan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET dalam kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan secara daring pada materi gerak parabola (X). Selanjutnya peserta didik diberikan soal *post-test* berbentuk esai sebanyak 5 butir (O_2) yang kriterianya sama dengan soal *pre-test* agar dapat mengidentifikasi HOTS peserta didik setelah mendapat perlakuan.

Tempat pelaksanaan penelitian diselenggarakan di SMAN 17 Surabaya ketika semester ganjil tahun pelajaran 2021/2022 dengan seluruh siswa kelas X MIPA sebagai populasi penelitian dan sampel penelitian 30 siswa kelas X MIPA 5 yang terpilih melalui teknik *simple random sampling*. Data penelitian ini diperoleh melalui metode tes tertulis berbentuk soal esai dengan kategori HOTS yang diberikan ketika *pre-test* dan *post-test*. Instrumen penelitian yang diperlukan dalam pengumpulan data adalah silabus, RPP, LKPD, Handout, dan lembar tes HOTS yang diuji validitas dan reabilitas terlebih dahulu sebelum diterapkan dalam pembelajaran. Uji validitas dilakukan dengan 2 dosen validator yang ahli dalam bidang inovasi dan pembelajaran fisika. Hasil uji validitas dan reliabilitas pada instrumen penelitian yang digunakan menyatakan bahwa instrumen valid dan reliabel sehingga layak digunakan dalam penelitian.

Lembar tes HOTS yang digunakan meliputi soal esai dengan indikator soal mengacu pada level kognitif C4-C6, yaitu menguraikan komponen vektor kecepatan dan komponen vektor posisi pada gerak parabola, menganalisis pengaruh kecepatan awal benda terhadap titik tertinggi dan titik terjauh pada gerak parabola, memprediksi sudut elevasi, kecepatan awal, jarak maksimum, tinggi maksimum, dan waktu tempuh benda, mengecek fenomena gerak parabola dalam kehidupan sehari-hari, serta merencanakan solusi permasalahan fisika terkait dengan gerak parabola.

Penerapan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET dilaksanakan secara daring selama 2 jam pembelajaran dan 4 kali pertemuan pada materi gerak parabola dengan bantuan simulasi “*Projectile Motion*” yang ada pada media PhET *simulation* dengan diagram alur tahapan penerapan seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alur Tahapan Penerapan Model PBL

Teknik analisis data yang diaplikasikan adalah uji normalitas untuk melihat normal tidaknya distribusi data sampel, uji homogenitas untuk melihat homogen tidaknya varian data, dan uji hipotesis menggunakan *software* SPSS 25.0 dengan taraf signifikansi 5%. Jika hasil uji menunjukkan sampel terdistribusi normal dan homogen maka uji hipotesis dilaksanakan dengan *Paired Sample T-test* sedangkan apabila sampel terdistribusi tidak normal atau tidak homogen maka uji hipotesis dilaksanakan dengan uji *wilcoxon*. Hipotesis H_0 dalam penelitian ini adalah model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET tidak berpengaruh yang signifikan pada peningkatan HOTS peserta didik, sedangkan hipotesis H_a adalah model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET berpengaruh signifikan pada peningkatan HOTS peserta didik. Level peningkatan HOTS peserta didik sesudah mengikuti pembelajaran dengan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET dapat dianalisis dengan uji *N-gain* dengan kriteria seperti pada Tabel 1

Tabel 1. Kriteria Interpretasi Kategori Nilai *N-gain* [19]

<i>N-gain</i> (g)	Kategori
$0,7 \leq g$	Tinggi
$0,7 < g < 0,3$	Sedang
$0,3 \geq g$	Rendah

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini dilaksanakan untuk mengidentifikasi peran model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET terhadap peningkatan HOTS peserta didik tingkat SMA. Penelitian dimulai dengan pemberian soal *pre-test* berbentuk esai sebanyak 5 butir yang bertujuan untuk mengidentifikasi HOTS awal peserta didik sebelum pemberian perlakuan, langkah selanjutnya adalah pemberian perlakuan dengan menerapkan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET dalam kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan secara daring pada materi gerak parabola. Selanjutnya peserta didik diberikan soal *post-test* berbentuk esai sebanyak 5 butir yang kriterianya sama dengan soal *pre-test* agar dapat mengidentifikasi HOTS peserta didik setelah mendapat perlakuan. Hasil *pre-test* dan *post-test* penelitian ini dapat diketahui pada Tabel 2.

Tabel 2. Data *Pre-test* dan *Post-test* Peserta Didik

Keterangan Skor	<i>Pre-test</i>	<i>Post-test</i>
Terendah	5,00	41,00
Tertinggi	25,00	90,00
Rata-rata	15,37	62,60

Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa skor *post-test* lebih tinggi dari skor *pre-test* meskipun skor rata-rata *post-test* masih belum mencapai KKM. Hal ini mengindikasikan HOTS peserta didik mengalami peningkatan setelah pemberian perlakuan meskipun secara keseluruhan nilai yang diperoleh belum mencapai KKM karena sebagian peserta didik masih terkendala dalam mengerjakan soal dengan kategori HOTS. Salah satu alternatif solusi agar HOTS peserta didik yang telah dilatih sebelumnya terus berkembang dan semakin terlatih adalah dengan mengaplikasikan model pembelajaran yang mampu memfasilitasi pengembangan HOTS peserta didik.

Uji hipotesis dilaksanakan setelah uji homogenitas dan uji normalitas melalui *software* SPSS 25.0. Uji normalitas dilaksanakan dengan uji *Shapiro-Wilk* karena sampel yang akan diuji berjumlah 30 sampel dengan hasil uji ditunjukkan oleh Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Aspek	Sig. Shapiro-Wilk	Keterangan
<i>Pre-test</i>	0,169	Berdistribusi Normal
<i>Post-test</i>	0,208	Berdistribusi Normal

Tabel 4 memperlihatkan bahwa data skor *pre-test* maupun *post-test* memiliki nilai sig. > 0,05 maka ditetapkan bahwa data sampel berdistribusi normal.

Tabel 4. Hasil Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.	Keterangan
1,840	6	17	0,151	Homogen

Hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 4 dengan hasil nilai sig. > 0,05 sehingga mengindikasikan bahwa data sampel homogen.

Uji hipotesis dilaksanakan setelah uji normalitas dan homogenitas sebagai dasar pengambilan keputusan apakah menolak atau menerima hipotesis mengenai parameter sampel yang sudah ditentukan sebelumnya. Data sampel homogen dan terdistribusi normal sehingga uji hipotesis dilaksanakan dengan uji statistik parametrik, yaitu *Paired-Samples T-test* yang bertujuan untuk menganalisis apakah terdapat perbedaan *mean* antara dua sampel yang saling berpasangan. Penetapan hasil keputusan uji hipotesis dilaksanakan dengan kriteria H_0 ditolak dan menerima H_a jika nilai sig. (2-tailed) < $\alpha = 0,05$. Hasil uji *Paired-Samples T-test* terhadap data sampel penelitian ini disajikan oleh Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Hipotesis dengan Paired-Samples T-test

	Sig. (2-tailed)	Keputusan
Pair 1 <i>Pre-test – Post-test</i>	0,000	H_0 ditolak dan menerima H_a

Tabel 5 menunjukkan hasil uji *Paired-Samples T-test* dengan nilai sig. (2-tailed) adalah 0,000 sehingga keputusan yang diambil untuk hasil uji hipotesis adalah menerima H_a dan menolak H_0 sehingga diputuskan bahwa penggunaan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET pada pembelajaran fisika berpengaruh terhadap peningkatan HOTS peserta didik. Hasil ini diperkuat oleh penelitian Royantoro [14] yang mengungkapkan bahwa model PBL memiliki pengaruh signifikan pada HOTS peserta didik. Karakteristik model PBL adalah menyajikan masalah kontekstual yang harus diselesaikan peserta didik melalui serangkaian proses pendekatan ilmiah sehingga mendukung peserta didik untuk mengonstruksi pemahaman konsep mereka [11]. Pembelajaran fisika pada penelitian ini dilaksanakan secara *daring* menggunakan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET sehingga membangun suasana belajar yang menarik dan mendukung peserta didik agar lebih aktif berpartisipasi selama kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan secara berkelompok. Hal ini sepemikiran dengan [17] yang menjelaskan bahwa peserta didik mendapat kesempatan berpartisipasi secara aktif dengan berdiskusi secara berkelompok selama mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan model PBL sehingga kompetensi pemecahan masalah peserta didik mengalami peningkatan. Selain itu, penelitian oleh Zarita [20] juga sepemikiran dengan hasil penelitian ini karena mengemukakan bahwa peserta didik mengalami peningkatan keterampilan berpikir kritis setelah berpartisipasi dalam pembelajaran dengan model PBL berpendekatan saintifik karena minat belajar mereka meningkat dan lebih antusias mengikuti kegiatan pembelajaran.

Keterampilan berpikir kreatif, berpikir kritis, dan pemecahan masalah merupakan tiga aspek penyusun HOTS yang mencakup level kognitif C4-C6 (menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta) [21]. Kegiatan pembelajaran fisika dengan model PBL dapat melatih ketiga aspek HOTS yang

telah dipaparkan sebelumnya sesuai dengan penelitian Khoiri [10] yang memaparkan bahwa model PBL efektif terhadap peningkatan HOTS, motivasi belajar, kompleksitas, dan fleksibilitas peserta didik. Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik mengindikasikan adanya peningkatan HOTS setelah penerapan model PBL dalam pembelajaran sesuai dengan penelitian oleh Rohmah [22] yang menggunakan model PBL berbasis STEM dalam upaya peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Keterampilan pemecahan masalah peserta didik yang mengalami peningkatan juga menjadi indikator peningkatan HOTS yang dibuktikan penelitian Asuri [23] dengan hasil yang mengindikasikan bahwa terjadi peningkatan keterampilan pemecahan masalah pada kelas eksperimen setelah pembelajaran dengan model PBL dengan bantuan *mind mapping*. Selain itu, indikator peningkatan HOTS adalah dengan meningkatnya kemampuan berpikir kreatif peserta didik seperti hasil penelitian Hasmiati [24] yang mengatakan bahwa model PBL memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kreatif peserta didik melalui 5 tahapan utama pembelajarannya.

Kegiatan pembelajaran dengan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET dapat melatih ketiga aspek HOTS tersebut karena model PBL memiliki karakteristik menyajikan masalah kontekstual melalui 5 tahapan utama pembelajaran yang mengandung pendekatan ilmiah. Nurhayati [25] memaparkan bahwa peserta didik dihadapkan dengan masalah kontekstual pada tahapan orientasi terhadap masalah sehingga memberi kesempatan peserta dalam mengembangkan pengetahuan dan kompetensi pemecahan masalah yang dimiliki melalui kegiatan analisis dan penyelesaian masalah. Setelah itu, peserta didik dibagi menjadi kelompok belajar kecil yang heterogen pada tahap mengorganisasikan peserta didik untuk belajar agar mereka bisa berdiskusi dalam memecahkan permasalahan yang telah diberikan sehingga tahap ini dapat memfasilitasi pelatihan ketiga aspek HOTS peserta didik dalam menggali alternatif pemecahan masalah. Tahap berikutnya, adalah membimbing penyelidikan individu maupun kelompok dalam menggali informasi, data, dan fakta yang relevan berdasarkan eksperimen maupun *literature review* maupun sehingga pada tahap ini juga dapat melatih tiga aspek HOTS. Tahap berikutnya adalah mengembangkan dan menyajikan karya yang dapat memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir peserta didik pada ranah kognitif mencipta karena tahap ini memberi kesempatan peserta didik dilatih dalam menciptakan hasil karya yang berkaitan dengan rancangan pemecahan masalah. Tahap terakhir adalah menganalisis dan mengevaluasi pemecahan masalah yang memberi kesempatan peserta didik agar melakukan evaluasi terkait rangkaian langkah pemecahan masalah.

Pembelajaran fisika dengan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET menjadi salah satu solusi dalam upaya meningkatkan hasil belajar karena dapat menyajikan LKPD berisi masalah konkret yang harus dipecahkan peserta didik melalui kegiatan eksperimen secara virtual sehingga peserta didik berkesempatan terlibat aktif selama kegiatan pembelajaran dan memperoleh pengalaman belajar bermakna karena menyajikan masalah kontekstual yang harus dipecahkan, kemudian membuat hipotesis terkait pemecahan masalah tersebut sesuai dengan pengetahuan awal mereka. Selanjutnya, peserta didik melakukan eksperimen melalui media PhET *simulation* untuk mengecek kesesuaian hipotesis yang telah disusun sebelumnya dengan teori dan data di lapangan. Data eksperimen yang sebelumnya telah diperoleh melalui eksperimen dijadikan dasar untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pada LKPD terkait dengan pemecahan masalah yang disajikan melalui kegiatan diskusi dengan teman kelompok. Berdasarkan deskripsi telah dijabarkan sebelumnya, dapat ditarik kesimpulan bahwa pembelajaran fisika dengan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET dapat meningkatkan ketiga aspek HOTS [16]. Hal ini sejalan dengan Gunawan [26] yang mendeskripsikan bahwa HOTS peserta didik mengalami peningkatan setelah penerapan perangkat pembelajaran model PBL dengan bantuan simulasi PhET.

Uji *N-gain* dilaksanakan untuk mendeskripsikan level peningkatan HOTS peserta didik sesudah berpartisipasi dalam pembelajaran fisika materi gerak parabola yang dilaksanakan secara daring dengan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET. Adapun hasil rerata uji *N-gain* penelitian ini disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji N-gain

Rata-Rata <i>Pre-test</i>	Rata-Rata <i>Post-test</i>	<i>N-gain</i>	Kategori
15,37	62,60	0,56	Sedang

Tabel 6 merupakan hasil *N-gain* dari data sampel penelitian ini yang mengindikasikan bahwa terjadi peningkatan HOTS peserta didik sesudah mengikuti kegiatan pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET. Adapun hasil *N-gain* data sampel penelitian ini adalah sebesar 0,56 dan berada pada level sedang. Hal ini sejalan penelitian Flamboyant [27] yang memaparkan bahwa HOTS peserta didik mengalami peningkatan dalam level sedang dengan skor *N-gain* 0,53 setelah penerapan model PBL.

4. Simpulan

Simpulan dari penelitian ini adalah adanya peningkatan HOTS peserta didik setelah pelaksanaan kegiatan pembelajaran dengan model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET. Hal ini didasarkan pada nilai sig. (2-tailed) dari hasil uji hipotesis dengan *Paired-Samples T-test* lebih kecil dari 0,05 sehingga keputusan hasil uji hipotesis yang diambil adalah penolakan terhadap H_0 dan menerima H_a yang artinya model PBL berbantuan laboratorium virtual PhET berperan terhadap peningkatan setiap aspek HOTS peserta didik yang terdiri atas berpikir kritis, berpikir kreatif, dan pemecahan masalah yang meliputi level kognitif C4-C6 (menganalisis, mengevaluasi, dan mencipta) dengan kategori peningkatan sedang dan skor *N-gain* 0,56.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang ditujukan kepada Bapak/Ibu dosen Universitas Negeri Surabaya serta seluruh pihak yang telah memberi dukungan, bantuan, petunjuk, dan arahan dalam penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

- [1] Melati P, Masril dan Hidayati 2016 Penggunaan Bahan Ajar Berbasis Pendekatan Saintifik Melalui ICT Dalam Model Problem Based Learning Terhadap Kompetensi Fisika Siswa Kelas X SMAN 10 Padang *Pillar Phys. Educ.* **7** 65–72
- [2] Rerung N, Iriwi L S S dan Widyaningsih S S 2017 Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) untuk meningkatkan Hasil Belajar *J. Ilm. Pendidik. Fis. Al-BiruNi* **06** 47–55
- [3] Junedi B, Mahuda I dan Kusuma J W 2020 Optimalisasi keterampilan pembelajaran abad 21 dalam proses pembelajaran pada Guru MTs Massaratul Mut'allimin Banten *Transform. J. Pengabd. Masy.* **16** 63–72
- [4] Pratama D P, Darvina Y dan Sari S Y 2020 Peningkatan Pencapaian HOTS Siswa pada Materi Gerak Melingkar dan Gerak Parabola Menggunakan LKS Berorientasi Model Inkuiri Terbimbing di SMAN 2 Pariaman *Pillar Phys. Educ.* **13** 225–32
- [5] Wasis, Rahayu Y S, Sunarti T dan Indana S 2020 *HOTS & Literasi Sains Konsep Pembelajaran, dan Penilaiannya* ed T K Fayakun (Jombang: Kun Fayakun Corp)
- [6] Azmi M K, Rahayu S dan Hikmawati 2016 Pengaruh Model Problem Based Learning dengan Metode Eksperimen dan Diskusi Terhadap Hasil Belajar Fisika Ditinjau dari Sikap Ilmiah Siswa Kelas X MIPA SMA N 1 Mataram *J. Pendidik. Fis. dan Teknol.* **2** 86–94

- [7] Anisa M K, P N D P dan Nova T L 2020 Penggunaan Simulasi Virtual Pada Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Higher Order Thinking Skill (HOTS) Siswa : Meta-Analisis *J. Kumparan Fis.* **3** 163–70
- [8] Qodry I, Nuroso H dan Susilawati 2016 Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning melalui Pendekatan Saintifik terhadap Kemampuan Berkomunikasi Ilmiah pada Kelas X di SMA Negeri 1 Rembang *J. Penelit. Pembelajaran Fis.* **7** 34–42
- [9] OECD 2019 Programme for international student assessment (PISA) results from PISA 2018. *Oecd* **I** 1–10
- [10] Khoiri N, Sa'adah N I dan Saefan J 2017 Mengajarkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi dengan Model Problem Based Learning Berbantuan Wondershare Quiz Creator *J. Penelit. Pembelajaran Fis.* **8** 109–114.
- [11] Hastuti A, Sahidu H dan Gunawan 2016 Pengaruh Model PBL Berbantuan Media Virtual Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika *J. Pendidik. Fis. dan Teknol.* **II**
- [12] Rohman A S, Wiyanto dan Astuti B 2021 Penerapan model pembelajaran problem based learning untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik SMAN 1 Kembang *J. Ris. dan Kaji. Pendidik. Fis.* **8** 64–70
- [13] Arends R I 2012 *Learning to Teach* (New York: McGraw-Hill)
- [14] Royantoro F, Mujasam, Yusuf I dan Widyaningsih S W 2018 Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Higher Order Thinking Skills Peserta Didik *Berk. Ilm. Pendidik. Fis.* **6** 371–82
- [15] Marpaung R R, Aziz N R N, Purwanti M D, Sasti P N dan Saraswati D L 2021 Penggunaan Laboratorium Virtual Phet Simulation Sebagai Solusi Praktikum Waktu Paruh *J. Teach. Learn. Phys.* **6** 110–8
- [16] Jauhari T, Hikmawati dan Wahyudi 2017 Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Media Phet Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa Kelas X SMAN 1 Gunungsari Tahun Pelajaran 2015/2016 *J. Pendidik. Fis. dan Teknol.* **2** 7–12
- [17] Nasution U S Z, Sahyar S dan Makmur 2016 Pengaruh Model Problem Based Learning dan Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah *J. Pendidik. Fis.* **5** 112–7
- [18] Sugiyono 2016 *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Bandung: Alfabeta)
- [19] Husein S, Herayanti L dan Gunawan 2015 Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif Terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Suhu dan Kalor *J. Pendidik. Fis. dan Teknol.* **1** 221–5
- [20] Zarita S S, Halim A dan Syukri M 2015 Dampak Pembelajaran Problem Based Learning (PPBL) Dengan Pendekatan Saintifik Terhadap Berpikir Kritis dan Sikap Siswa Pada Pembelajaran Fisika *J. Pendidik. Sains Indones.* **3** 96–104
- [21] Rofiah E, Nonoh S A dan Ekawati E Y 2013 Penyusunan Instrumen Tes Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika Pada Siswa SMP *J. Pendidik. Fis.* **1** 17–22
- [22] Rohmah H N, Suherman A dan Utami I S 2021 Penerapan Problem Based Learning Berbasis Stem pada Materi Alat Optik untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik *J. Penelit. Pembelajaran Fis.* **12** 117–23
- [23] Asuri A R, Suherman A dan Darman D R 2021 Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) Berbantu Mind Mapping dalam Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Usaha dan Energi *J. Penelit. Pembelajaran Fis.* **12** 22–8
- [24] Hasmiati, Jumadi O dan Rachmawaty 2016 Penerapan Model Problem Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Siswa *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya* pp 257–62
- [25] Nurhayati, Angraeni L dan Wahyudi 2019 Pengaruh Model Problem Based Learning Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi *EDUSAINS* **11** 12–20
- [26] Gunawan A R, Hikmawati, Gunada I W dan Susilawati 2021 Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model PBL Berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi *Kappa J.* **5** 166–73

- [27] Flamboyant F U, Murdani E dan Soeharto 2018 Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Higher Order Thinking Skills Peserta Didik SMA Negeri di Kota Singkawang pada Materi Hukum Archimedes *Variabel* **1** 51–9