

Penerapan *Problem Based Learning* Berbantuan *Virtual Lab Phet* pada Pembelajaran Fisika Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA: *Literature Review*

Elia Maryam Ramadani* dan Nana
*eliamaryam3@gmail.com

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Siliwangi
Jl. Siliwangi No 24 Tasikmalaya Jawa Barat Indonesia 46115

Abstrak – Tujuan penulisan ini untuk mendeskripsikan penerapan model *Problem Based Learning (PBL)* berbasis *virtual laboratory PhET* pada pembelajaran fisika sebagai inovasi untuk meningkatkan pemahaman konsep pada siswa SMA. Penulisan ini dilatar belakangi oleh masih kurangnya pemahaman konsep materi fisika yang bersifat abstrak dengan sistem pembelajaran yang masih bersifat pasif serta kurang optimalnya sistem belajar berbasis laboratorium. Untuk itu perlu ada inovasi dalam pembelajaran yaitu dengan menerapkan model PBL berbasis *virtual laboratory* berbantuan PhET. Model *Problem Based Learning* sebagai proses belajar berbasis masalah yang diiringi dengan simulasi *virtual laboratory* berbasis PhET agar pembelajaran menjadi lebih menarik dan konkret sehingga memotivasi siswa dan meningkatkan pemahaman konsepnya. Metode yang digunakan dalam penulisan ini adalah dengan studi kepustakaan dengan mengkaji beberapa literature untuk dianalisis dan dibuat kesimpulan. Hasil penulisan ini menunjukkan bahwa penerapan model *Problem Based Learning* berbantuan *virtual laboratory PhET* sebagai inovasi pembelajaran dapat menjadi solusi dari permasalahan yang ditemui dalam proses belajar mengajar di kelas. Model *Problem Based Learning* diterapkan kepada siswa di Sekolah Menengah Atas (SMA) dengan beberapa langkah antara lain; pembelajaran di mulai dengan pemberian masalah yang memiliki konteks dengan dunia nyata, pembelajaran berkelompok aktif, merumuskan masalah dan mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan mereka, mempelajari dan mencari sendiri materi yang terkait dengan masalah dan solusi dari masalah tersebut. Pembelajaran *Problem Based Learning* berbantuan *virtual laboratory PhET* dapat mengaktifkan partisipasi siswa di kelas, sehingga inovasi tersebut dapat meningkatkan pemahaman konsep pada siswa.

Kata kunci : *Virtual Lab PhET*, *Problem Based Learning*, Pemahaman Konsep

I. PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan salah satu upaya dalam menciptakan sumber daya manusia yang cerdas dan berkualitas di masa mendatang dan merupakan salah satu upaya pemerintah untuk mewujudkan cita-cita negara yang telah dirumuskan sejak tujuh puluh lima tahun silam dalam pembukaan UUD 1945 pada alinea keempat yakni mencerdaskan kehidupan bangsa. Menurut UU No. 20 Tahun 2003 pendidikan adalah "Usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara". Pengembangan potensi siswa dan peran guru dalam proses pembelajaran menjadi kunci utama keberhasilan dalam meningkatkan kualitas pendidikan, menciptakan generasi yang kreatif, inovatif, mandiri, serta terampil dan berdayaguna di masyarakat.

Namun, pada umumnya pendidikan sering dimaknai hanya sebatas transfer pengetahuan atau *knowledge* saja. Blazely, dkk dalam ref [1] melaporkan hasil penelitiannya bahwa pembelajaran di sekolah cenderung sangat teoritik dan tidak terkait dengan lingkungan di mana anak berada. Pembelajaran disetiap satuan pendidikan khususnya SMA masih menggunakan cara atau pembelajaran tradisional, yaitu dengan cara guru berceramah, menulis di papan tulis dengan siswa hanya menyimak dan mendengarkan.

Banyak peserta didik dalam proses belajar hanya menghafal konsep-konsep, mencatat, mendengarkan, pasif, dan jarang menggunakan pengetahuan awal sebagai dasar perencanaan pembelajaran, kondisi inilah yang menyebabkan rendahnya hasil belajar peserta didik. Pemahaman konsep sangat penting dengan tujuan agar peserta didik dapat mengingat konsep-konsep materi yang mereka pelajari sebelumnya, sehingga proses belajar akan menjadi lebih bermakna [2].

Shishigu menyatakan Sains merupakan ilmu pengetahuan yang membantu seseorang bertahan dalam dunia ilmiah dan teknologi yang

semakin berubah. Perubahan mengharuskan masyarakat perlu menerapkan pemikiran ilmiah di kehidupan. Sains tidak terlepas dari pelajaran fisika, mata pelajaran fisika memberikan pemahaman konsep fenomena alam kepada peserta didik, serta sebagai wahana menumbuhkan kemampuan berpikir dan kemampuan memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari [3]. Fisika juga merupakan bagian dari ilmu pengetahuan alam yang ber-singgungan dengan mata pelajaran lain seperti biologi dan kimia. Oleh karena itu, Fisika menjadi salah satu mata pelajaran yang penting untuk dipelajari [4]. Maka penguasaan konsep merupakan tujuan penting dalam pembelajaran fisika. Hal utama yang diperlukan agar dapat menguasai konsep adalah pemahaman terhadap konsep itu sendiri. Uno menyatakan Pemahaman adalah kemampuan seseorang dalam mengartikan, menafsirkan, menerjemahkan atau menyatakan sesuatu dengan caranya sendiri tentang pengetahuan yang pernah diterimanya [5]. Rosdianto, Murdani dan Hendra dalam [5] menyatakan pemahaman konsep adalah kemampuan untuk mengerti dan memahami suatu konsep dan memaknai suatu materi dengan baik. Pemahaman konsep termasuk dalam satu diantara aspek hasil belajar yang diukur yakni aspek memahami, sehingga dapat disimpulkan bahwa pemahaman dapat mempengaruhi hasil belajar siswa. Masalah terbesar peserta didik dalam pembelajaran adalah kesalahpahaman yang sering muncul ketika mempelajari materi fisika. Hal ini disebabkan karena pendidik hanya mengajarkan fisika yang bersifat abstrak melalui pembelajaran di kelas, tidak dilengkapi dengan proses eksperimen di laboratorium. Rendahnya kualitas pembelajaran fisika ditentukan oleh beberapa faktor, yaitu ketersediaan sarana, alat dan bahan laboratorium untuk pelaksanaan eksperimen.

Salah satu model pembelajaran yang dapat dikembangkan dan di adopsi untuk menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran dengan menerapkan model *problem based learning* (PBL). M Taufik Amir dalam [2] Model pembelajaran *problem based learning* (PBL) adalah proses pembelajaran yang memiliki ciri-ciri pembelajaran di mulai dengan pemberian masalah yang memiliki konteks dengan dunia nyata, pembelajaran berkelompok aktif, merumuskan masalah dan mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan mereka, mempelajari dan mencari sendiri materi yang terkait dengan masalah dan solusi dari masalah tersebut.

Fisika memegang peran penting dalam perkembangan sains dan teknologi. Fisika

adalah salah satu mata pelajaran yang memegang peran penting untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia dalam menunjang kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi. Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) sekarang menyediakan penggunaan simulasi komputer dalam pembelajaran yang berorientasi pada pengamatan terhadap suatu fenomena yang dapat dilihat secara nyata, dimana komputer mampu mensimulasikan materi-materi yang sulit disajikan terutama mengenai materi yang mempelajari konsep dan obyek yang abstrak [6].

Berkaitan dengan peradaban saat ini, yakni peradaban 4.0 atau era digital, maka tidak dapat dihindari bahwa segala sesuatu mesti berbasis elektronik atau digital. Rahmasari dan Rismiyati menyatakan, *E-Learning* merupakan suatu istilah yang dapat kita temukan dalam dunia komputer atau internet. Kata *e-learning* terdiri atas 2 (dua) bagian yaitu "e" yang berarti "elektronik" dan "learning" yang berarti "pembelajaran". Jadi kata *e-learning* dapat diartikan sebagai suatu sistem pembelajaran yang menggunakan perangkat elektronik sebagai media pembelajarannya [4].

Virtual laboratory is an electronic workspace for distance collaboration and experimentation in research or other creative activity, to generate and deliver results using distributed information and communication technologies". A Virtual laboratory (VL) is a simulation of a physical laboratory, created for the purpose of providing instruction to students in the use of laboratory facilities. Virtual laboratorys are computers simulated laboratories that look, operate, and produce result similar to real laboratories. The Virtual laboratory concept is derived from ideas in the research area known as virtual realities (VRs). In VRs, computer simulations attempt to duplicate experinces in the real word [7].

Virtual laboratory yang dapat dimanfaatkan salah satunya adalah simulasi interaktif *PhET Colorado*. *PhET* (*Physics Education Technology*) merupakan sebuah situs yang menyediakan simulasi pembelajaran fisika yang dapat didownload secara gratis untuk kepentingan pengajaran di kelas atau dapat digunakan untuk kepentingan belajar individu. Menurut Rochman dan Madlazim dalam [6], simulasi interaktif *PhET Colorado* merupakan media simulasi interaktif yang menyenangkan dan berbasis penemuan (*research based*) yang berupa *software* dan dapat digunakan untuk memperjelas konsep-konsep fisis atau fenomena yang akan diterangkan merupakan ciptaan dari komunitas

sains melalui *PhET Project di University of Colorado, USA*.

Penerapan model PBL sudah pernah diteliti oleh beberapa peneliti sebelumnya, Eka yulianti dan Indra Gunawan [2] melaporkan hasil penelitiannya bahwa Efektivitas penggunaan model PBL lebih efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep dan berpikir kritis peserta didik, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh penerapan model PBL terhadap pemahaman konsep dan berpikir kritis peserta didik SMA.

Tirtawaty Abdjul dan Nova Elysia Ntobuo [6] menerapkan penggunaan media komputer berbasis PhET menyimpulkan bahwa pembelajaran fisika menggunakan media PhET mengalami peningkatan hasil belajar dari pada pembelajaran dengan menggunakan alat peraga sederhana.

Pembelajaran Berbasis Masalah dapat meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep siswa yang signifikan, selain memiliki keunggulan-keunggulan yang membedakannya dengan model lainnya model pembelajaran berbasis masalah juga memiliki kekurangan yakni tidak memberikan waktu yang cukup bagi siswa untuk terlibat secara mendalam dalam pembelajaran, salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan berbantuan media, baik berupa media sederhana maupun berbasis teknologi, salah satu media yang digunakan yaitu media berbasis komputer yang mampu memberikan kemudahan bagi siswa adalah media PhET yaitu media simulasi interaktif yang mengajak siswa untuk belajar, PhET digunakan untuk memperjelas konsep-konsep fisis. Penggunaan PhET mempermudah guru untuk menyampaikan materi yang banyak dengan satu tempat sehingga penggunaan waktu lebih efisien, selain itu dengan menggunakan media PhET proses pembelajaran terasa lebih menyenangkan untuk dilihat, dibaca, dicerna dan diingat.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk menganalisis Penerapan *Problem Based Learning* berbantuan *virtual lab Phet* pada pembelajaran fisika guna meningkatkan pemahaman konsep siswa SMA ini yakni studi literatur. Studi literatur didasarkan pada dua pertimbangan kriteria, yaitu literatur yang dijadikan dasar memiliki kaitan langsung dengan topik pertanyaan yang ingin diungkap (bukan literatur sekunder) dan konten dari literatur tersebut dapat diyakini

validitas dan kredibilitasnya, yaitu bersumber dari literatur yang dipublikasikan oleh penerbit yang bereputasi nasional dan internasional. Berdasarkan kriteria tersebut, beberapa literatur dipilih menjadi sumber data utama dalam kajian ini. Metode yang digunakan dalam penulisan ini berupa studi kepustakaan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. *Problem Based Learning*

Efektivitas pembelajaran secara konseptual dapat diartikan sebagai perlakuan dalam proses pembelajaran yang berdampak pada keberhasilan usaha atau tindakan terhadap hasil belajar peserta didik. Efektivitas dalam penelitian ini berhubungan dengan model *problem based learning* (PBL) terhadap pemahaman konsep dan berpikir kritis peserta didik SMA pada mata pelajaran fisika [11].

Model pembelajaran merupakan suatu sistem, yang terdiri atas berbagai komponen yang saling berhubungan satu sama lainnya. Model pembelajaran *problem based learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang menitik beratkan pada kegiatan pemecahan masalah. Dengan maksud peserta didik secara aktif mampu mencari jawaban atas masalah-masalah yang di berikan pendidik. Dalam hal ini pendidik lebih banyak sebagai mediator dan fasilitator untuk membantu peserta didik dalam mengkonstruksi pengetahuan secara aktif [11]. Menurut Dutch dalam ref [11] menyatakan bahwa PBL merupakan metode instruksional yang menantang peserta didik agar "belajar dan untuk belajar", bekerja sama dengan kelompok untuk mencari solusi bagi masalah yang nyata. Masalah ini digunakan untuk mengaitkan rasa keingintahuan serta kemampuan analisis peserta didik dan inisiatif atas materi pembelajaran. PBL mempersiapkan peserta didik untuk berpikir kritis dan analitis, dan untuk mencari serta menggunakan sumber pelajaran yang sesuai.

TABEL 1 LANGKAH-LANGKAH *PROBLEM BASED LEARNING*

No	Indikator	Kegiatan guru
----	-----------	---------------

1.	Orientasi peserta didik pada masalah	Menjelaskan tujuan pembelajaran, menjelaskan logistik yang diperlukan, dan memotivasi peserta didik terlibat pada aktivitas pemecahan masalah.
2.	Mengorganisasikan peserta didik untuk belajar	Membantu peserta didik mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas belajar yang berhubungan dengan masalah tersebut.
3.	Membimbing pengalaman individual atau kelompok	Mendorong peserta didik untuk mengumpulkan informasi yang sesuai, melaksanakan eksperimen untuk mendapatkan penjelasan dan pemecahan masalah.
4.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya	Membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai seperti laporan dan membantu mereka untuk berbagai tugas dengan temannya.
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses.	Membantu peserta didik untuk melakukan refleksi atau evaluasi terhadap penyelidikan mereka dan proses yang mereka gunakan.

2. Virtual Laboratory

Rahmasari dan Rismiati dalam [9] menyatakan *E-Learning* merupakan suatu istilah yang dapat kita temukan dalam dunia komputer atau internet. Kata *e-learning* terdiri atas 2 (dua) bagian yaitu "e" yang berarti "elektronik" dan "learning" yang berarti "pembelajaran". Jadi kata *e-learning* dapat diartikan sebagai suatu sistem pembelajaran yang menggunakan perangkat elektronik sebagai media pembelajarannya. Selanjutnya dikatakan bahwa sistem *e-learning* diharapkan bukan sekedar menggantikan metode dan materi pengajaran konvensional tetapi dapat juga menambahkan metode maupun strategi baru dalam proses pembelajaran.

Basadur, dkk dalam [10] menyatakan pendekatan dalam model kreatif dalam memecahkan masalah adalah dengan melihat potensi masing-masing siswa yang dikaitkan dengan gaya belajar. Perbedaan gaya belajar berpengaruh pada perolehan pengetahuan yang didapat untuk dipahami dan dicerna. Penyesuaian gaya belajar dengan model *problem based learning* berbantuan media virtual lab merupakan hal yang penting dengan menyesuaikan inovasi yang dikembangkan pada zaman revolusi industri 4.0.

Selain itu berdasarkan hasil penelitian Wulandari dan Vebrianto dalam [6] praktikum dengan menggunakan laboratorium virtual lebih memberikan rasa nyaman kepada siswa selama praktikum berlangsung sehingga siswa lebih mudah memahami materi dan memiliki kesan yang lebih dalam. Laboratorium virtual dapat menjadi media untuk membantu pengajar maupun instruktur dalam melaksanakan

praktikum disekolah. Dengan menggunakan bantuan media komputer interaktif, praktikum yang berbasis virtual dapat dilakukan.

Laboratorium virtual dapat mendukung kegiatan praktikum di laboratorium yang bersifat interaktif, dinamis, animatif, dan berlingkungan virtual sehingga tidak membosankan dan dapat mendukung keinginan pengguna untuk mempelajari dan memahami materi pelajaran produktif di SMK serta dapat meningkatkan kompetensi siswa dari segi kognitif (*minds-on*), dan psikomotorik [6].

3. PhET Simulation

PhET Simulation (Physics Education Technology) dalam [11] adalah sebuah simulasi yang dibuat untuk membantu proses pembelajaran fisika, dan dirancang sedemikian rupa agar terlihat menarik dan terbuka untuk semua pelajar yang memberikan umpan balik dari animasi kepada para siswa. *PhET Simulation* ini telah dikembangkan sebanyak lebih dari 80 simulasi, *PhET Simulation* dapat diunduh bebas biaya disitus <http://phet.colorado.edu>. Manfaat dari *PhET Simulation* adalah sebagai berikut:

- 1) Dapat dijadikan suatu pendekatan yang membutuhkan keterlibatan dan interaksi dengan siswa.
- 2) Memberi *feedback* yang dinamis.
- 3) Mendidik siswa agar memiliki pola berpikir konstruktivisme.
- 4) Membuat pembelajaran lebih menarik karena siswa dapat belajar sekaligus bermain pada simulasi tersebut.
- 5) Memvisualisasikan konsep-konsep fisika dalam model, seperti gelombang radio dan medan listrik.

Yamin dalam [9] menyatakan penerapan pembelajaran melalui Internet (*e-learning*) merupakan suatu media baru yang dapat mengatasi sikap pasif peserta didik. Menurut Sadiman, dkk dalam [9], dengan penggunaan media belajar yang tepat, sangat berguna untuk:

- a. Menambah kegairahan dalam belajar,
- b. Memungkinkan interaksi secara langsung,
- c. Memungkinkan peserta didik belajar secara mandiri.

Belajar mandiri adalah suatu cara belajar yang dilakukan oleh peserta didik secara bebas menentukan tujuan belajarnya, merencanakan proses belajarnya, strategi belajarnya, menggunakan sumber-sumber belajar yang dipilihnya, membuat keputusan akademik, dan melakukan kegiatan-kegiatan untuk tercapainya tujuan belajar. Karena itu belajar mandiri membutuhkan motivasi, keuletan, keseriusan, kedisiplinan, tanggung jawab, kemauan dan

keinginan tahu untuk berkembang dan maju dalam pengetahuan.

4. Pemahaman Konsep

Secara umum, keterampilan yang dapat ditransfer adalah keterampilan yang dikembangkan dalam satu situasi untuk ditransfer ke situasi lain, dari situasi pembelajaran di kelas hingga situasi kehidupan nyata [8].

Pemahaman konsep merupakan bagian yang penting dalam proses pembelajaran dan memecahkan masalah, baik di dalam proses belajar itu sendiri maupun dalam lingkungan keseharian. Hamzah B uno dalam [2] menyatakan indikator pemahaman konsep adalah sebagai berikut:

- 1) Menyatakan ulang sebuah konsep
- 2) Mengklasifikasi objek-objek menurut sifat-sifat tertentu (sesuai konsepnya).
- 3) Memberikan contoh dan bukan contoh dari suatu konsep
- 4) Menyajikan konsep dalam berbagai bentuk representasi matematika
- 5) Mengembangkan syarat perlu atau syarat cukup dari suatu konsep
- 6) Menggunakan, memanfaatkan, dan memilih prosedur atau operasi tertentu
- 7) Mengaplikasikan konsep atau pemecahan masalah.

5. Penerapan *Problem Based Learning* Berbantuan *Virtual Lab Phet* pada Pembelajaran Fisika Guna Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa SMA

Banyak peserta didik dalam proses belajar hanya menghafal konsep-konsep, mencatat, mendengarkan, pasif, dan jarang menggunakan pengetahuan awal sebagai dasar perencanaan pembelajaran, kondisi inilah yang menyebabkan rendahnya hasil belajar peserta didik. Pemahaman konsep sangat penting dengan tujuan agar peserta didik dapat mengingat konsep-konsep materi yang mereka pelajari sebelumnya, sehingga proses belajar akan menjadi lebih bermakna [8]. Meningkatkan pemahaman konsep dapat melalui berbagai inovasi dalam pembelajaran yaitu dengan menggunakan model yang tepat dan sesuai dengan karakteristik siswa. Salah satu model yang sesuai dengan daya kreatif siswa yaitu dengan model *problem based learning*.

Model pembelajaran *problem based learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang menitik

beratkan pada kegiatan pemecahan masalah [8]. Dengan maksud peserta didik secara aktif mampu mencari jawaban atas masalah-masalah yang diberikan pendidik. Dalam hal ini pendidik lebih banyak sebagai mediator dan fasilitator untuk membantu peserta didik dalam mengkonstruksi pengetahuan secara aktif.

Pembelajaran berbasis masalah dapat meningkatkan hasil belajar dan pemahaman konsep siswa yang signifikan. Selain memiliki keunggulan-keunggulan yang membedakannya dengan model lainnya, model pembelajaran *problem based learning*/ berbasis masalah juga memiliki keterbatasan yakni tidak memberikan waktu yang cukup bagi siswa untuk terlibat secara mendalam dalam pembelajaran, salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan berbantuan media, baik berupa media sederhana maupun berbasis teknologi, salah satu media yang digunakan yaitu media berbasis komputer yang mampu memberikan kemudahan bagi siswa adalah media PhET yaitu media simulasi interaktif yang mengajak siswa untuk belajar, PhET digunakan untuk memperjelas konsep-konsep fisis. Penggunaan PhET mempermudah guru untuk menyampaikan materi yang banyak dengan satu tempat sehingga penggunaan waktu lebih efisien, selain itu dengan menggunakan media PhET proses pembelajaran terasa lebih menyenangkan untuk dilihat, dibaca, dicerna dan diingat.

IV. KESIMPULAN

Dari berbagai pembahasan yang telah dijabarkan dapat ditarik kesimpulan dan dimaknai bahwa model pembelajaran *problem based learning* berbantuan media *virtual laboratory* PhET dapat membuat proses pembelajaran menjadi lebih menyenangkan untuk dilihat, dibaca, dicerna dan diingat, serta konsep materi yang diajarkan lebih konkret dan mudah difahami, kemudian mempermudah guru untuk menyampaikan materi yang banyak dengan satu tempat sehingga penggunaan waktu lebih efisien, sehingga dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa dan lebih mendorong untuk mencapai keberhasilan belajarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Deni Moh Budiman, "Penerapan Pendidikan Teknologi Dasar Pada Pembelajaran Fisika Dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa," *Gravity*, Vol. 2 No. 2 2016.
- [2] E. Yulianti, dan I. Gunawan, "Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (Pbl): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Berpikir Kritis," *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, vol.02, no.3, hal. 399-408, 2019.
- [3] Gusniar dan R. Juliani, "Analisis Penerapan Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (Pbl) Berbantuan Media Phet di SMA Negeri 1 Pantai Cermin," *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, Vol.5, No.1, 2019.
- [4] Nana dan H. Pramono, "Upaya Peningkatan Kemampuan Kognitif dan Komunikasi Ilmiah Siswa Kelas X MIA 1 SMA Negeri 1 Ciamis Menggunakan Model Pembelajaran *Inquiry*," *Diffraction*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [5] Lisma, Yudi Kurniawan, Emi Sulistri "Penerapan Model *Learning Cycle* (Lc) 7e Sebagai Upaya Peningkatan Pemahaman Konsep Aspek Menafsirkan Dan Menyimpulkan Pada Materi Kalor Kelas X Sma," *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*, Vo.2, No. 2, hal.35-37, 2017.
- [6] T. Abdjul dan N. E. Ntobuo, "Penerapan Media Pembelajaran *Virtual laboratory* Berbasis *Phet* terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Gelombang", *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online (JPFT)* Vol. 7, No. 3, 2019.
- [7] P.J. Mosterman, M.M. Dorlandt, J. O Campbell, C. Burow, R. Bouw, A.J. Brodersens dan J. R. Bourne. "Virtual engineering laboratories: design and experiments". *Journal of engineering education*. 279:285. 1994.
- [8] Yanti Sofi Makiyah, Adam Malik, Ernita Susanti, Ifa Rifatul Mahmudah, "Higher Order Thinking Real And Virtual laboratory (HOTRVL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Abad Ke-21 Mahasiswa Pendidikan Fisika," *Diffraction*, vol. 1, no. 1. 2019.
- [9] Nana dan Endang Surahman, "Pengembangan Inovasi Pembelajaran Digital Menggunakan Model Blended POE2WE di Era Revolusi Industri 4.0," Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya), 2019.
- [10] Nana, "Penerapan Model Creative Problem Solving Berbasis Blog Sebagai Inovasi Pembelajaran Di Sekolah Menengah Atas Dalam Pembelajaran Fisika," Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya), 2018.
- [11] Akbar Perdana, Siswoyo, Sunaryo, "Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Discovery Learning Berbantuan Phet Interactive Simulations Pada Materi Hukum Newton", *Jurnal Wahana Pendidikan Fisika*, Vol.2 No.1, hal.73-79, 2017.