

**PENERAPAN MODEL *HIGHER ORDER THINKING VIRTUAL
LABORATORY (HOTVL)* PADA MATERI TEORI KINETIK GAS UNTUK
MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar sarjana
Program Studi Pendidikan Fisika



Disusun oleh:

Dela Oktaviani

1805878

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2023**

PENERAPAN MODEL *HIGHER ORDER THINKING VIRTUAL LABORATORY (HOTVL)* PADA MATERI TEORI KINETIK GAS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

SKRIPSI

oleh
Dela Oktaviani
NIM 1805878

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

©Dela Oktaviani 2023
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2023

Hak Cipta dilindungi Undang – Undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya ataupun sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis

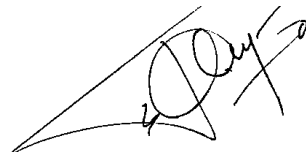
LEMBAR PENGESAHAN**DELA OKTAVIANI****1805878****PENERAPAN MODEL *HIGHER ORDER THINKING VIRTUAL LABORATORY (HOTVL)* PADA MATERI TEORI KINETIK GAS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing :

Pembimbing 1,

**Irma Rahma Suwarma, Ph.D.****NIP 198105032008012015**

Pembimbing 2,

**Drs. Agus Danawan, M.Si.****NIP 196302221987031001**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Fisika,

**Dr. Achmad Samsudin, S.Pd., M.Pd.****NIP 198310072008121004**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Penerapan model *Higher Order Thinking Laboratory (HOTVL)* Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saat ini.

Bandung, Januari 2023

Yang membuat pernyataan,



Dela Oktaviani

NIM. 1805878

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat izin-Nya, Penulis dapat skripsi ini dengan judul “Penerapan model *Higher Order Thinking Virtual Laboratory* (HOTVL) Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa”. Shalawat beserta salam penulis panjatkan untuk Nabi Muhammad *shallaahu alaihi wassalam* kepada keluarga, sahabat, taba’in, dan tabi’at nya dan semoga kita berada di dalamnya.

Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia. Laporan ini berisi tentang pemaparan pengaruh dari model *Higher Order Thinking Virtual Laboratory* (HOTVL) materi teori kinetik dalam praktikum fisika yang diselenggarakan pada salah satu sekolah di Kota Bandung. Pengaruh yang diteliti berupa peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan praktikum model *virtual verification lab*.

Praktikan menyadari bahwa dalam kepenulisan laporan ini masih jauh dari sempurna, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan sebagai evaluasi untuk penulis. Semoga skripsi yang telah disusun ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca skripsi ini.

Bandung, Januari 2023

Penulis

Dela Oktaviani

NIM. 1805878

UCAPAN TERIMAKASIH

Praktikan mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan arahan yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Irma Rahma Suwarma, Ph.D. selaku dosen pembimbing I dan Bapak Drs. Agus Danawan, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan pengarahan kepada penulis hingga penyusunan skripsi ini selesai.
2. Bapak Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku ketua program studi Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia sekaligus validator instrumen keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini yang telah memberikan masukan dan respon yang cepat kepada mahasiswa nya.
3. Ibu Dr. Winny Liliawati, M.Si. dan Ibu Dra. Heni Rusnayati, M.Si. yang telah bersedia menjadi validator instrumen keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ini.
4. Drs. I Made Yudha Hartawan, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMA Kartika XIX 2 Bandung, yang telah memberikan izin dan juga dukungan dalam pelaksanaan penelitian di SMA Kartika XIX 2 Bandung.
5. Bapak Bayu Eka Putra S.Pd., selaku Guru Mata Pelajaran Fisika SMA Kartika XIX 2 Bandung yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan dan motivasi selama penulis melaksanakan penelitian di sekolah tersebut.
6. Keluarga tercinta, Bapak Dedi T. Rustandi, Ibu Elit Sri Nulita, dan Adik Fakhry Azmy Octaviandi, serta semua anggota keluarga yang mendo'akan dan memberikan dukungan, serta semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman terbaikku, Imaniar Frianti, Deva Yunisari, Sekar Zachnur, Nurul Asyifa, dan Yunisa Fajrin yang telah banyak memberikan motivasi, menjadi tempat bercerita, dan menjadi penyemangat penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
8. Rohmiati Zakiah, teman seperjuangan yang telah kebersamai setiap

Dela Oktaviani, 2023

PENERAPAN MODEL HIGHER ORDER THINKING VIRTUAL LABORATORY (HOTVL) PADA MATERI TEORI KINETIK GAS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

kerumitan perjuangan dan ujian mental menjelang sidang hingga bisa selesai bersama-sama sampai sejauh ini.

9. Yang setiap kehadirannya selalu menjadi waktu yang paling berkesan. Atas semua motivasi nya, kesedihannya, baik-buruknya, dan segala nya. Terimakasih telah memberikan begitu banyak warna dan rasa dalam setiap langkah hidup setahun belakangan ini. Mari bertemu lagi dalam versi terbaik dari diri kita masing-masing.
10. Seorang yang baik hati, atas semua bantuan dan kebaikannya tanpa pamrih dalam membantu penulis, serta sebagai tempat mencari jawaban atas setiap kebingungan yang dialami selama penyusunan skripsi ini.
11. Rekan-rekan Pendidikan Fisika UPI Angkatan 2018 atas semua bantuan moril dan kerjasamanya selama perkuliahan dan penelitian skripsi ini.

Semoga Bapak-Ibu dan teman-teman semua mendapat keberkahan dan selalu dalam lindungan Allah SWT serta mendapat balasan kebaikan hingga berlipat ganda.

Penerapan model *Higher Order Thinking Virtual Laboratory* (HOTVL) Pada Materi Teori Kinetik Gas Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa

Dela Oktaviani¹, Irma Rahma Suwarma², Agus Danawan³

Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229, Bandung 40154, Indonesia

Email : delaoktav14@upi.edu

ABSTRAK

Pembelajaran fisika diharapkan dapat menjadi sarana untuk melatih dan membekali siswa dengan keterampilan berpikir, salah satu nya keterampilan berpikir kritis yang merupakan bagian dari keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang melakukan kegiatan laboratorium dengan model *Higher Order Thinking Virtual Laboratory* (HOTVL) dengan siswa yang melakukan kegiatan laboratorium dengan model *virtual verification lab*. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif jenis eksperimen semu (*quasi experiment*). Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *post-test only control group design* dengan 56 orang sampel dipilih dari kelas XI SMA yang dibagi kedalam dua kelas (kontrol dan eksperimen) sama rata. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya lembar validitas yang diisi oleh 3 orang dosen ahli, instrumen *pretest-postest* keterampilan berpikir kritis sebanyak 10 item soal, dan lembar keterlaksanaan kegiatan HOTVL. Teknik analisis yang digunakan diantaranya uji normalitas, uji homogenitas, uji-t sampel independen, dan uji N-Gain. Hasil analisis dan pengolahan data menunjukkan bahwa peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa kelas HOTVL mendapat nilai N-Gain sebesar 0,313, lebih tinggi daripada skor N-Gain kelas *virtual verification Lab* yang hanya sebesar 0,143 dengan kategori rendah. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan model *Higher Order Thinking Virtual Laboratory* (HOTVL) menghasilkan peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa yang lebih tinggi daripada penerapan model *virtual verification lab*.

Kata Kunci: *higher order thinking virtual laboratory, virtual laboratory, keterampilan berpikir kritis, teori kinetik gas*

***Application of The Higher Order Thinking Virtual Laboratory (HOTVL) Model
on Kinetic Theory of Gases to Improve Students' Critical Thinking Skills***

Dela Oktaviani¹, Irma Rahma Suwarma², Agus Danawan³

*Department of Physics Education, Faculty of Mathematics and Science
Education, Indonesia University of Education, Bandung 40154, Indonesia*

Email : delaoctav14@upi.edu

ABSTRACT

Physics learning is expected to be a means to train and equip students with thinking skills, one of them is critical thinking skills which are part of higher order thinking skills. The purpose of this study is to find out the difference in improving students' critical thinking skills between those participating in laboratory activities using the HOTVL model, and students participating in laboratory activities using the virtual verification model. The research method used in this research is a quasi-experimental quantitative research. The research design used in this study was a post-test only control group design with 56 samples selected from class XI senior high school who were equally divided into two classes (control and experiment). The instruments used in this study included a validity sheet filled out by 3 expert lecturers, a pretest-posttest instrument for critical thinking skills of ten question items, and a HOTVL activity implementation sheet. The analysis techniques used include normality test, homogeneity test, independent sample t-test, and N-Gain test. The results of data analysis show that the increase in critical thinking skills of HOTVL class gets an N-Gain score of 0.313, higher than the N-Gain score of the virtual verification lab class which is only 0.143 in the low category. This means that the application of the Higher Order Thinking Virtual Laboratory (HOTVL) model results in a higher increase in students' critical thinking skills than the application of the virtual verification lab model.

Keywords: *higher order thinking virtual laboratory, virtual laboratory, critical thinking skills, kinetic theory of gases*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	15
1.1 Latar Belakang Penelitian	15
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	20
1.3 Definisi Operasional.....	20
1.4 Tujuan Penelitian	21
1.5 Manfaat Penelitian	22
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	24
2.1 Keterampilan Berpikir Kritis.....	24
2.2 Higher Order Thinking Laboratory	27
2.3 <i>Virtual Laboratory</i>	31
2.4 Uraian Materi Teori Kinetik Gas	33
BAB III METODE PENELITIAN.....	36
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	36
3.2 Partisipan	37
3.3 Instrumen Penelitian.....	37
3.4 Prosedur Penelitian.....	38
3.5 Analisis Data	40
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN.....	51
4.1 Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis.....	51
4.2 Pelaksanaan Model HOTS <i>Virtual Laboratory</i>	66
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	72
5.1 Kesimpulan	72

Dela Oktaviani, 2023

PENERAPAN MODEL HIGHER ORDER THINKING VIRTUAL LABORATORY (HOTVL) PADA MATERI TEORI KINETIK GAS UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

5.2 Implikasi	73
5.3 Rekomendasi	73
DAFTAR PUSTAKA	74
LAMPIRAN	78

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Deskripsi berpikir kritis domain-spesifik dan domain-umum.....	25
Tabel 2.2 Tahapan dan Aktivitas Model HOT Lab	29
Tabel 3.1 Desain Penelitian.....	36
Tabel 3.2 Konversi Nilai Validitas Isi.....	41
Tabel 3.3 Kriteria Validitas Isi.....	42
Tabel 3.4 Ketentuan Kevalidan Instrumen.....	42
Tabel 3.5 Distribusi Nilai R_{tabel} Signifikansi 5% dan 1%	43
Tabel 3.6 Hasil Uji Validitas Butir Soal	43
Tabel 3.7 Ketentuan Reliabilitas	44
Tabel 3.8 Hasil Uji Reliabilitas	44
Tabel 3.9 Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal	45
Tabel 3.10 Hasil Analisis Tingkat Kesukaran Soal	45
Tabel 3.11 Hasil Uji Tingkat Kesukaran Soal dan Kategori nya.....	45
Tabel 3.12 Kriteria Daya Pembeda Soal	46
Tabel 3.13 Hasil Uji Daya Pembeda Butir Soal.....	46
Tabel 3.14 Kriteria Rata-Rata Gain Dinormalisasi	49
Tabel 3.15 Kriteria Keterlaksanaan HOTVL	50
Tabel 4.1 Hasil Uji Normalitas.....	51
Tabel 4.2 Hasil Uji Homogenitas.....	52
Tabel 4.3 Hasil Uji Independent Sampel t-test	53
Tabel 4.4 Nilai N-Gain untuk tiap aspek keterampilan berpikir kritis.....	54
Tabel 4.5 Keterlaksanaan Model HOTS Virtual Lab.....	67
Tabel 4.6 Hasil Uji N-Gain $\langle g \rangle$	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik hubungan P-T pada volume konstan.....	34
Gambar 2.2 Simulasi Phet Colorado virtual gas properties	35
Gambar 4.1 Butir soal aspek penalaran.....	55
Gambar 4.2 Beberapa respons posttest siswa kelas kontrol pada soal aspek penalaran	55
Gambar 4.3 Beberapa respons posttest siswa kelas eksperimen pada soal aspek penalaran	56
Gambar 4.4 Butir soal aspek pengujian hipotesis	57
Gambar 4.5 Beberapa respons posttest siswa kelas kontrol pada soal aspek pengujian hipotesis.....	58
Gambar 4.6 Beberapa respons posttest siswa kelas kontrol pada soal aspek pengujian hipotesis.....	58
Gambar 4.7 Butir soal aspek analisis argumen	60
Gambar 4.8 Beberapa respons posttest siswa kelas kontrol pada soal aspek analisis argumen.....	60
Gambar 4.9 Beberapa respons posttest siswa kelas eksperimen pada soal aspek analisis argumen.....	61
Gambar 4.10 Soal aspek analisis kemungkinan dan ketidakpastian	62
Gambar 4.11 Beberapa respons posttest siswa kelas kontrol pada soal aspek analisis kemungkinan dan ketidakpastian	63
Gambar 4.12 Beberapa respons posttest siswa kelas eksperimen pada soal aspek analisis kemungkinan dan ketidakpastian	63
Gambar 4.13 Soal aspek pemecahan masalah.....	64
Gambar 4.14 Beberapa respons posttest siswa kelas control pada soal aspek pemecahan masalah.....	65
Gambar 4.15 Beberapa respons posttest siswa kelas eksperimen pada soal aspek pemecahan masalah.....	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Silabus Praktikum Teori Kinetik Gas	79
Lampiran 2. Rencana Pelaksanaan Praktikum Teori Kinetik Gas	81
Lampiran 3. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) HOTVL Teori Kinetik Gas...	91
Lampiran 4. Kisi-Kisi Soal Keterampilan Berpikir Kritis	103
Lampiran 5. Lampiran Soal Keterampilan Berpikir Kritis	113
Lampiran 6. Instrumen Soal Keterampilan Berpikir Kritis di Google Form	126
Lampiran 7. Lembar Observasi Keterlaksanaan HOTVL.....	131
Lampiran 8. Hasil Observasi Keterlaksanaan HOTVL.....	142
Lampiran 9. Lembar Validasi Tes Keterampilan Berpikir Kritis	153
Lampiran 10. Hasil Validasi Instrumen Keterampilan Berpikir Kritis	170
Lampiran 11. Rekap Validasi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis	219
Lampiran 12. Hasil Penskoran Pretest Siswa.....	225
Lampiran 13. Hasil Penskoran Nilai Pretest Siswa Pada Tiap Aspek Keterampilan Berpikir Kritis	227
Lampiran 14. Hasil Penskoran Nilai Postest Siswa	230
Lampiran 15. Hasil Penskoran Nilai Postest Siswa Pada Tiap Aspek Keterampilan Berpikir Kritis	232
Lampiran 16. Hasil Uji Validitas Empiris	235
Lampiran 17. Hasil Uji Reliabilitas Tes Keterampilan Berpikir Kritis	237
Lampiran 18. Hasil Uji Tingkat Kesukaran Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	237
Lampiran 19. Hasil Uji Daya Pembeda Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis.....	238
Lampiran 20. Hasil Uji Normalitas	240
Lampiran 21. Hasil Uji Homogenitas	240
Lampiran 22. Hasil Uji-t Independen.....	240
Lampiran 23. Hasil Uji N-Gain.....	241
Lampiran 24. Surat Izin Penelitian.....	246
Lampiran 25. Surat Keterangan Telah Menyelesaikan Penelitian	247

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, I. H. (2016). Berpikir kritis matematik. *Delta-Pi: Jurnal Matematika dan Pendidikan Matematika*, 2(1).
- Adinda, A. (2016). Berfikir kritis dalam pembelajaran matematika. *Logaritma: Jurnal Ilmu-ilmu Pendidikan dan Sains*, 4(01), 125-138.
- Agnafia, D. N. (2019). Analisis kemampuan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(1), 45-53.
- Ahmatika, D. (2016). Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dengan pendekatan inquiry/discovery. *Euclid*, 3(1).
- Arfiyanti, H. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa Berbasis Inquiri untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Pemahaman Konsep Koloid. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Ariyana, Y., Bestary, R., & Mohandas, R. (2018). Buku pegangan pembelajaran berorientasi pada keterampilan berpikir tingkat tinggi. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Hak.
- Asrizal, A., Yohandri, Y., & Zulhendri, K. (2018). Studi Hasil Pelatihan Analisis Video dan Tool Pemodelan Tracker pada Guru MGMP Fisika Kabupaten Agam. *Jurnal Eksakta Pendidikan*, Vol. 2(1), hlm. 41-48.
- Chairam, S., Klahan, N., & Coll, R. (2015). Exploring secondary students' understanding of chemical kinetics through inquiry-based learning activities. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 937-956.
- Fatimah, Z., Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Laboratorium Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Journal of Education, Science, Geology, and Geophysics (GeoScienceEdu)*, 1(2).

- Gunawan, G., Harjono, A., Sahidu, H., & Herayanti, L. (2017). Virtual laboratory of electricity concept to improve prospective physics teachers creativity. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, Vol. 13(2), hlm. 102-111.
- Hendra, S. (2013). *Belajar Orang Genius*. Jakarta: Gramedia
- Herga, N. R., Grmek, M. I., & Dinevski, D. (2014). Virtual Laboratory as an Element of Visualization When Teaching Chemical Contents in Science Class. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 13(4), 157-165.
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan laboratorium virtual untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 2(2), 186-195.
- Kasmadi & Sunariah, Nia Siti. (2014). *Panduan Modern Penelitian Kuantitatif*. Sukabumi: ALFABETA.
- Lampiran Permendikbud. (2013). *Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 69 Tahun 2013 Tentang Kerangka Dasar Dan Struktur Kurikulum Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah*. Jakarta: Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI.
- Mahmuzah, R. (2015). Peningkatan kemampuan berpikir kritis matematis siswa smp melalui pendekatan problem posing. *Jurnal Peluang*, 4(1).
- Malik, A. & Setiawan, A. (2016). *The Development of Higher Order Thinking Laboratory to Improve Transferable Skills of Students*. Proceedings 2015 International Conference on Innovation in Engineering and Vocational Education (Bandung), Vol. 56, (Amsterdam: Atlantis Press), hlm. 36–40.
- Malik, A., Setiawan, A., Suhandi, A., & Permanasari, A. (2017) *Enhancing pre-service physics teachers' creative thinking skills through HOT Lab design*. AIP Conference Proceeding, 1868070001-1–070001-7.
- Oidov, L., Tortogtokh, U., & Purevdagva, E. (2013). Virtual laboratory for physics teaching. In *International Conference on Management and Education Innovatio, IPEDR*, Vol. 37, hlm. 319-323.

- PhET. (2017). PhET interactive simulations: research. Diakses dari <https://phet.colorado.edu/en/research>.
- Rachmawati, Dwita, & Eli Rohaeti. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Sains, Teknologi, Dan Masyarakat Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Dan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains* VI(1): 29–39. <http://journal.uny.ac.id/index.php/jpms> Jurnal.
- Sapriadil, S., Setiawan, A., Suhandi, A., Malik, A., Safitri, D., Lisdiani, S. A. S., & Hermita, N. (2019, April). Effect of Higher Order Thinking Virtual Laboratory (HOTVL) in Electric Circuit on Students' Creative Thinking Skills. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1204, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.
- Sari, D. P., Lutfi, A., & Qosyim, A. (2013). Uji Coba Pembelajaran IPA Dengan LKS Sebagai Penunjang Media Virtual Phet Untuk Melatih Keterampilan Proses Pada Materi Hukum Archimedes. *Jurnal Pendidikan Sains e-Pensa*, 1(2), 15–20.
- Simbolon, E. R., & Tapilouw, F.S. (2015). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Masalah dan Pembelajaran Kontekstual Terhadap Berpikir Kritis Peserta didik SMP. *Jurnal Edusains*. 7(1), 97-104.
- Sony, S., & Katkar, M, D. (2014). Survey paper on virtual lab for E-Learners.
- Siswono, T. Y. E. (2016, October). Berpikir kritis dan berpikir kreatif sebagai fokus pembelajaran matematika. In *Seminar Nasional Matematika dan Pendidikan Matematika* (Vol. 5, No. 1, pp. 11-26).
- Tatli, Z., & Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(1), 159-170.
- Tiruneh, D.T., Cock, M.D. (2017). Measuring Critical Thinking Skills in Physics: Development and Validation of a Keterampilan berpikir kritis Test in Electricity and Magnetism, *Int J of Sci and Math Educ* 15:663-682, Springer.
- Wulandari, N., & Vebrianto, R. (2017). Studi literatur pembelajaran kimia berbasis masalah ditinjau dari kemampuan menggunakan laboratorium virtual. In

Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri (pp. 709-715).

Yenita, Mugisukmawati & Zulirfan. (2013). Hambatan pelaksanaan praktikum IPA Fisika yang dihadapi guru SMP Negeri di Kota Pekanbaru. [online]. Diakses dari <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=32312&val=2291&title=Hambatan%20Pelaksanaan%20Praktikum%20Ipa%20Fisika%20Yang%20Dihadapi%20Guru%20SMP%20Negeri%20Di%20Kota%20Pekanbaru>.

Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). Pengembangan perangkat pembelajaran Fisika Modern berbasis media laboratorium virtual berdasarkan paradigma pembelajaran abad 21 dan Kurikulum 2013. *Pancaran Pendidikan*, 4(2), 189-200.