

**PENGARUH PEMBELAJARAN LCV-LAB (*LEARNING CYCLE 9E*
BERBANTUAN VIRTUAL LABORATORY) TERHADAP PENINGKATAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI FLUIDA
DINAMIS**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika



Oleh

Gani Febriani

NIM 2108955

**PROGRAM STUDI SARJANA PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2025**

**PENGARUH PEMBELAJARAN LCV-LAB (*LEARNING CYCLE 9E*
BERBANTUAN *VIRTUAL LABORATORY*) TERHADAP PENINGKATAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI FLUIDA
DINAMIS**

Oleh
Gani Febriani

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Fisika

© Gani Febriani 2025
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari, 2025

© Hak Cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa ijin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN

GANI FEBRIANI

PENGARUH PEMBELAJARAN LCV-LAB (*LEARNING CYCLE 9E*
BERBANTUAN *VIRTUAL LABORATORY*) TERHADAP PENINGKATAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI FLUIDA
DINAMIS

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Ika Mustika Sari, S.Pd., M.PFis.

NIP. 198308242009122004

Pembimbing II



Drs. Iyon Suyana, M.Si.

NIP. 196208241991031001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Fisika FPMIPA UPI



Dr. Achmad Samsudin, M.Pd.

NIP. 198310072008121004

PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Gani Febriani

NIM : 208955

Program Studi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan skripsi dengan judul “Pengaruh Pembelajaran LCV-Lab (*Learning Cycle 9E* berbantuan *Virtual Laboratory*) Terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Fluida Dinamis” 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 resiko/sanksi apabila dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penulisan laporan skripsi yang berjudul “Pembelajaran LCV-Lab (*Learning Cycle* 9E berbantuan *Virtual Laboratory*) terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Fluida Dinamis”.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada program studi Pendidikan Fisika Universitas Pendidikan Indonesia. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh gambaran mengenai penerapan pembelajaran LCV-Lab (*Learning Cycle* 9E berbantuan *Virtual Laboratory*) terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan segala kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat, khususnya bagi penulis dan umumnya bagi para pembaca.

Bandung, Januari 2025

Penulis



Gani Febriani

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji hanya milik Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar dan tepat waktu. Proses penyusunan skripsi ini tentunya tidak luput dari bantuan, dukungan, dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ika Mustika Sari, S.Pd., M.PFis. selaku dosen pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya untuk membimbing, membantu, serta memberikan motivasi kepada penulis selama melakukan penelitian hingga penyusunan skripsi.
2. Drs. Iyon Suyana, M.Si. selaku dosen pembimbing akademik sekaligus dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama menempuh masa perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
3. Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku ketua prodi studi pendidikan fisika FPMIPA UPI yang selalu mendukung, memberikan motivasi dan responsif dalam membantu dalam setiap administrasi kepada penulis.
4. Drs. Desi Sasmita, M.Si., Iin Suminar, S.Pd., M.Pd., Nuzulira Janeusse Fratiwi, M.Pd., Hana Juhana S.Pd., Alin Harlini, S.Pd. selaku validator yang telah berkenan menilai instrumen penelitian.
5. Kepada SMA Negeri 15 Bandung beserta jajarannya yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian disana.
6. Siswa-siswi XI-3 dan XI-4 yang telah memberikan penulis pengalaman dan pelajaran berharga untuk menjadi seorang guru yang baik dan telah berpartisipasi dalam pelaksanaan penelitian ini
7. Orang tua tercinta yaitu Ibu Jamilah. Saudara kandung kakak Ginanjar Prasetyo, kakak Slamet Riyadi, kakak Sandi Yulianto, kakak Galuh Alfaeni dan Adik Reci Liana. Serta keluarga besar yang telah memberikan dukungan baik moral maupun materi serta mencurahkan kasih sayang, perhatian dan do'a yang tiada henti yang mampu mengiringi setiap langkah penulis dalam menyelesaikan skripsi

8. Ahmad Rifa'i teman seperjuangan yang senantiasa kebersamai, memberikan bantuan, dukungan, doa, nasihat, motivasi, kepada penulis sehingga penulis dapat melewati proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
 9. Rekan-rekan asrama bertasbih yang senantiasa kebersamai, memberikan bantuan, dukungan, doa, nasihat, motivasi, kepada penulis sehingga penulis dapat melewati proses perkuliahan dan penyusunan skripsi ini.
 10. Himpunan Mahasiswa Fisika terutama kelas B Pendidikan Fisika angkatan 2021 yang telah memberikan penulis banyak pengalaman non-akademik yang berharga, serta memberikan kenangan yang manis bagi penulis selama berkuliah
 11. Seluruh pihak dan dukungan dari seluruh pihak yang telah memberikan dukungan serta semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini
- Semoga segala kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak kepada penulis dibalas oleh Allah SWT dengan keberkahan dan kebaikan yang berlipat ganda.

Bandung, Januari 2025

Penulis



Gani Febriani

**PENGARUH PEMBELAJARAN LCV-LAB (*LEARNING CYCLE 9E*
BERBANTUAN *VIRTUAL LABORATORY*) TERHADAP PENINGKATAN
KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA PADA MATERI FLUIDA
DINAMIS**

Gani Febriani¹, Ika Mustika Sari², Iyon Suyana³

Prodi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jalan Dr. Setia Budhi 229 Bandung
40154, Indonesia

*e-mail: ganifbr@upi.edu

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penerapan model pembelajaran LCV-Lab (*Learning Cycle 9E* berbantuan *Virtual Laboratory*) digunakan dalam penelitian untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi fluida dinamis. Metode yang digunakan adalah quasi-eksperimental dengan desain *non-equivalent control group design*, melibatkan 55 peserta didik kelas XI di salah satu SMA Negeri Kota Bandung. Instrumen yang digunakan adalah tes keterampilan berpikir kritis berjumlah 20 soal menggunakan *two tier multiple choiche*, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran. Lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran dianalisis melalui persentase rerata tiap pertemuan. Peningkatan keterampilan berpikir kritis dan setiap indikatornya dianalisis menggunakan teknik *stacking* (perubahan kemampuan peserta didik) dan teknik *racking* (perubahan tingkat kesulitan butir soal). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran model LCV-Lab (*Learning Cycle 9E* berbantuan *Virtual Laboratory*) memiliki tingkat keterlaksanaan sangat baik (rata-rata 100%), secara signifikan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran LCV-Lab memiliki tingkat keterlaksanaan yang sangat baik (rata-rata 100%) dan secara signifikan meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Analisis *stacking* menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir kritis untuk kelas eksperimen sebesar 5,55 logit, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang sebesar 2,57 logit. Teknik *racking* menunjukkan penurunan tingkat kesulitan butir soal pada kelas eksperimen sebesar 6,19 logit, sedangkan kelas kontrol sebesar 2,46 logit. Hal ini mengindikasikan bahwa model pembelajaran LCV-Lab lebih efektif dibandingkan model LC 5E dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik. Selain itu, dampak pembelajaran LCV-Lab terhadap keterampilan berpikir kritis siswa pada materi fluida dinamis berada dalam kategori tinggi.

Kata kunci : fluida dinamis, keterampilan berpikir kritis, model LCV-Lab (*Learning Cycle 9E* berbantuan *Virtual Laboratory*)

THE EFFECT OF LCV-LAB LEARNING (LEARNING CYCLE 9E ASSISTED BY VIRTUAL LABORATORY) ON IMPROVING STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS ON DYNAMIC FLUID MATERIAL

Gani Febriani¹, Ika Mustika Sari², Iyon Suyana³

Physics Education Study Program, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Education, Universitas Pendidikan Indonesia, Jalan Dr. Setia Budhi 229 Bandung
40154, Indonesia

*e-mail: ganifbr@upi.edu

ABSTRACT

This research is motivated by the low critical thinking skills of students. The application of the LCV-Lab learning model (Learning Cycle 9E assisted by Virtual Laboratory) was used in research to improve students' critical thinking skills on dynamic fluid materials. The method used was quasi-experimental with a non-equivalent control group design, involving 55 students in grade XI at one of the State High Schools in Bandung City. The instruments used were a critical thinking skills test totaling 20 questions using two tier multiple choiche, Student Worksheets (LKPD), and observation sheets on the implementation of learning. The observation sheet of learning implementation was analyzed through the average percentage of each meeting. The improvement of critical thinking skills and each indicator was analyzed using stacking techniques (changes in students' abilities) and racking techniques (changes in the difficulty level of question items). The results of the study show that the learning model of LCV-Lab (Learning Cycle 9E assisted by Virtual Laboratory) has a very good level of implementation (average 100%), which can significantly improve students' critical thinking skills. The results show that the LCV-Lab learning model has an excellent level of implementation (100% on average) and significantly improves students' critical thinking skills. The stacking analysis showed an increase in critical thinking skills for the experimental class by 5.55 logits, higher than the control class of 2.57 logits. The racking technique showed a decrease in the difficulty of the question items in the experimental class by 6.19 logits, while the control class was 2.46 logits. This indicates that the LCV-Lab learning model is more effective than the LC 5E model in improving students' critical thinking skills. In addition, the impact of LCV-Lab learning on students' critical thinking skills on dynamic fluid materials is in the high category.

Keywords: dynamic fluids, critical thinking skills, LCV-Lab model (*Learning Cycle 9E assisted by Virtual Laboratory*)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	7
1.4.2 Manfaat Praktis.....	7
1.5 Definisi Operasional	8
1.5.1 Pembelajaran LCV-Lab (<i>Learning Cycle 9E</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>).....	8
1.5.2 Keterampilan Berpikir Kritis	8
1.5.3 Pengaruh Pembelajaran LCV-Lab (<i>Learning Cycle 9E</i> berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>) Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa	9
1.6 Struktur Organisasi Penyusunan Skripsi	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	10
2.1 Model Pembelajaran <i>Learning Cycle 9E</i>	10
2.2 Laboratorium Virtual (<i>Virtual Laboratory</i>)	19
2.1 Pembelajaran <i>Learning Cycle 9E</i> Berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>	22
2.3 Keterampilan Berpikir Kritis	24
2.4 Materi Fluida Dinamis	27
2.4.1 Fluida Ideal	28
2.4.2 Persamaan Kontinuitas	28

2.4.3 Prinsip Bernoulli.....	28
2.4.4 Teorema Torricelli	29
2.5 Matrik Hubungan Antarvariabel	30
2.6 Hasil Penelitian yang Relevan	34
2.7 Kerangka Berpikir	35
BAB III METODE PENELITIAN.....	37
3.1 Desain Penelitian	37
3.2 Partisipan	38
3.3 Populasi dan Sampel.....	38
3.4 Instrumen Penelitian	39
3.4.1 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran.....	40
3.4.2 Lembar Observasi Model Pembelajaran.....	40
3.4.3 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	41
3.4.4 Tes Keterampilan Berpikir Kritis	42
3.5 Prosedur Penelitian	45
3.6 Teknik Analisis Data.....	49
3.6.1 Uji Instrumen Penelitian.....	49
3.6.2 Analisis Keterlaksanaan Pembelajaran.....	61
3.6.3 Analisis Pengaruh Keterampilan berpikir kritis	62
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	67
4.1 Keterlaksanaan Pembelajaran LCV-Lab (<i>Learning Cycle</i> 9E berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>) dan LC 5E (<i>Learning Cycle</i> 5E) pada Materi Fluida Dinamis	67
4.2 Analisis Pengaruh Keterampilan Berpikir Kritis	81
4.3 Perbedaan Keterampilan Berpikir Kritis Model pembelajaran LCV-Lab (<i>Learning Cycle</i> 9E berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>) dengan model pembelajaran LC 5E (<i>Learning Cycle</i> 5E).....	110
4.4 Ukuran Dampak Pembelajaran Menggunakan Model LCV-Lab (<i>Learning Cycle</i> 9E Berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>) Terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa	112

4.5 Pembahasan Pengaruh Pembelajaran LCV-Lab (<i>Learning Cycle 9E</i> Berbantuan <i>Virtual Laboratory</i>) Terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Fluida Dinamis	113
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI	119
5.1 Simpulan	119
5.2 Implikasi	119
5.3 Rekomendasi.....	120
DAFTAR PUSTAKA	121
LAMPIRAN.....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Sintak Pembelajaran <i>Learning Cycle 9E</i>	16
Tabel 2. 2 Enam Karakteristik Utama dari Simulasi PhET.....	21
Tabel 2. 3 Susunan Modifikasi Pembelajaran LCV-Lab	23
Tabel 2. 4 Indikator Keterampilan berpikir kritis.....	25
Tabel 2. 5 Matrik Hubungan Antarvariabel.....	28
Tabel 3. 1 Desain Penelitian.....	37
Tabel 3. 2 Jenis Instrumen Penelitian.....	39
Tabel 3. 3 Pembahasan Sub Materi pada setiap pertemuan	40
Tabel 3. 4 Matrik Instrumen Tes Berpikir Kritis	43
Tabel 3. 5 Skoring Soal <i>Two Tier Multiple Choice</i>	45
Tabel 3. 6 Aspek Penilaian Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis	49
Tabel 3. 7 Validitas Butir Soal Menggunakan Validitas Ahli	50
Tabel 3. 8 Kriteria Nilai <i>Unidimensionalitas</i> Instrumen.....	51
Tabel 3. 9 Kriteria Nilai <i>Unexplained Variance in Contrasts</i>	51
Tabel 3. 10 Kriteria <i>Outfit MNSQ</i> , <i>ZTSD</i> , dan <i>Pt Measure Corr</i>	52
Tabel 3. 11 Interpretasi Kualitas Butir Soal	53
Tabel 3. 12 Validitas butir soal	53
Tabel 3. 13 Interpretasi Nilai <i>Person Reliability</i> dan <i>Item Reliability</i>	55
Tabel 3. 14 Interpretasi Nilai <i>Cronbach Alpha</i>	55
Tabel 3. 15 Nilai <i>Separation</i> dan Pemisahan Strata Instrumen KBK	57
Tabel 3. 16 Interpretasi Taraf Kesukaran	58
Tabel 3. 17 Hasil Interpretasi Daya Pembeda Item KBK	58
Tabel 3. 18 Interpretasi Daya Pembeda.....	59
Tabel 3. 19 Hasil Interpretasi Daya Pembeda Item KBK	60
Tabel 3. 20 Interpretasi Keterlaksanaan Pembelajaran	62
Tabel 3. 21 Interpretasi <i>Effect Size</i>	66
Tabel 4. 1 Rekapitulasi Persentase Keterlaksanaan Kelas Eksperimen	68
Tabel 4. 2 Rekapitulasi Persentase Keterlaksanaan Kelas Kontrol.....	68
Tabel 4. 3 Ukuran Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen	81
Tabel 4. 4 Ukuran Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol	82
Tabel 4. 5 Kategori Perubahan Tingkat Kesulitan Item KBK Kelas Eksperimen	90

Tabel 4. 6 Kategori Perubahan Tingkat Kesulitan Item KBK Kelas Kontrol.....	91
Tabel 4. 7 Kategori Perubahan Tingkat Kesulitan <i>Item</i> KBK kelas Eksperimen .	94
Tabel 4. 8 Kategori Perubahan Tingkat Kesulitan <i>Item</i> KBK kelas Kontrol.....	95
Tabel 4. 9 Ukuran Perubahan Tingkat KBK tiap Indikator Kelas Eksperimen	96
Tabel 4.10 Kategori Perubahan Tingkat KBK tiap Indikator Kelas Eksperimen .	97
Tabel 4.11 Ukuran Perubahan Tingkat KBK tiap Indikator Kelas Kontrol.....	98
Tabel 4.12 Kategori Perubahan Tingkat KBK tiap Indikator Kelas Kontrol	99

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tampilan Virtual Laboratory pada Simulasi PhET materi Fluida dinamis.....	23
Gambar 2. 2 Debit Fluida.....	28
Gambar 2. 3 Fluida Bergerak	28
Gambar 2. 4 Teorema Torricelli	29
Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir	36
Gambar 3. 1 Cuplikan Lembar Obervasi Keterlaksanaan.....	41
Gambar 3. 2 Cuplikan LKPD pada Pertemuan 1	42
Gambar 3. 3 Skema Prosedur Penelitian.....	48
Gambar 3. 1 Hasil Uji <i>Unidimensionalitas</i> Instrumen KBK	52
Gambar 3. 2 Hasil Uji Validitas Instrumen KBK	53
Gambar 3. 3 Hasil Uji Reliabilitas <i>Output Summary Statistic</i>	56
Gambar 3. 4 Hasil taraf kesukaran <i>output item measure</i>	58
Gambar 3. 5 Hasil Daya Pembeda <i>Output Item fit order</i>	60
Gambar 4. 1 Cuplikan Jawaban LKPD Tahap <i>Ecilitation</i>	70
Gambar 4. 2 Cuplikan Jawaban LKPD Tahap <i>Engagement</i>	71
Gambar 4. 3 Cuplikan Jawaban LKPD Tahap <i>Exploration</i>	72
Gambar 4. 4 Cuplikan Jawaban LKPD Tahap <i>Explanation</i>	74
Gambar 4. 5 Cuplikan Jawaban LKPD Tahap <i>Elaboration</i>	76
Gambar 4. 6 Cuplikan Jawaban LKPD Tahap <i>Evaluation</i>	77
Gambar 4. 7 Cuplikan Jawaban LKPD Tahap <i>Emendation</i>	78
Gambar 4. 8 Cuplikan Jawaban LKPD Tahap <i>E-Search</i>	79
Gambar 4. 9 Grafik Peningkatan KBK Kelas Eksperimen	84
Gambar 4.10Grafik Peningkatan KBK Kelas Kontrol.....	85
Gambar 4.11 <i>Vertical Ruler</i> Peningkatan KBK Kelas Eksperimen.....	86
Gambar 4.12 <i>Vertical Ruler</i> Peningkatan KBK Kelas Kontrol	87
Gambar 4.13Grafik Perbandingan Tingkat KBK <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen	88
Gambar 4.14 Grafik Perbandingan Tingkat KBK <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i> Kelas Kontrol	89

Gambar 4.15 Grafik perbandingan Tingkat Kesulitan <i>Item</i> KBK Kelas Eksperimen	93
Gambar 4.16 Grafik perbandingan Tingkat Kesulitan Item KBK Kelas Kontrol	93
Gambar 4.17 Grafik Perbandingan Tingkat Indikator KBK <i>Pretest-Posttest</i> Kelas Eksperimen	97
Gambar 4.18 Grafik Perbandingan Tingkat Indikator KBK <i>Pretest-Posttest</i> Kelas Kontrol	99
Gambar 4.19 Cuplikan soal nomor 1	100
Gambar 4.20 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Pre-test</i>	101
Gambar 4.21 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Post-test</i>	101
Gambar 4.22 Cuplikan soal nomor 7	102
Gambar 4.23 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Pre-test</i>	103
Gambar 4.24 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Post-test</i>	103
Gambar 4.25 Cuplikan soal nomor 11	104
Gambar 4.26 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Pre-test</i>	105
Gambar 4.27 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Post-test</i>	105
Gambar 4.28 Cuplikan soal nomor 17	106
Gambar 4.29 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Pre-test</i>	107
Gambar 4.30 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Post-test</i>	107
Gambar 4.31 Cuplikan soal nomor 18	109
Gambar 4.32 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Pre-test</i>	109
Gambar 4.33 Cuplikan Jawaban Siswa pada saat <i>Post-test</i>	110
Gambar 4.34 Hasil Uji Normalitas <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	111
Gambar 4.35 Hasil Uji Homogenitas <i>Post-test</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	111
Gambar 4.36 Hasil Uji <i>Mann Whitney Post-test</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	112
Gambar 4.37 Hasil Uji <i>Effect size</i> Model Pembelajaran LCV-Lab	113

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Wawancara.....	132
Lampiran 2. Modul Ajar.....	133
Lampiran 3. Lembar Kerja Peserta Didik	139
Lampiran 4. Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis Materi Fluida Dinamis	227
Lampiran 5. Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran	274
Lampiran 6. Lembar Validasi Instrumen KBK	194
Lampiran 7. Hasil Olah data Validasi Ahli.....	305
Lampiran 8. Rekapitulasi data <i>pre-test</i> dna <i>post-test</i>	316
Lampiran 9. Soal Studi Pendahuluan	321
Lampiran 10. Rekapitulasi Nilai Hasil Studi Pendahuluan.....	322
Lampiran 11. Surat Izin Penelitian.....	323
Lampiran 12. Dokumentasi	324

DAFTAR PUSTAKA

- Agnafia, D. N. (2019). Analisis keterampilan berpikir kritis siswa dalam pembelajaran biologi. *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 6(1), 45-53.
- Alneyadi, S. S. (2019). Virtual lab implementation in science literacy: Emirati science teachers' perspectives. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(12).
- Amala, I., Indrawati, I., & Wicaksono, I. (2020). Efektivitas Aplikasi Phet Disertai Lks Materi Gerak Dan Gaya Untuk Pembelajaran Ipa Di Smp. *EduFisika: Jurnal Pendidikan Fisika*, 5(02), 85-91.
- Anisah, D. (2015). Penerapan Metode Pembelajaran Learning Cycle 4E Dilengkapi dengan Lembar Kegiatan Siswa (LKS) untuk Meningkatkan Keaktifan dan Prestasi Belajar Siswa pada Materi Pokok Stoikiometri Kelas X MIA 3 Semester Genap SMA Al Islam 1 Surakarta Tahun Ajaran 2014–2015.
- Anggraeni, P., Sunendar, D., Maftuh, B., & Sopandi, W. How Do 6Cs Appearance at Elementary Schools Learning?. *DWIJA CENDEKIA: Jurnal Riset Pedagogik*, 7(2).
- Anggun, S. R. (2024). *Pengaruh Model Learning Cycle 9e Berbasis Asesmen Kinerja Terhadap Habits Of Mind Peserta Didik Kelas Xi Pada Mata Pelajaran Biologi* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Ariani, T. (2020). Analysis of students' critical thinking skills in physics problems. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 3(1), 1-17.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta
- Arikunto, S. (2015). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Arikunto, S. (2015). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*, Edisi 2. Jakarta: Bumi Aksara

- Astuti, R. Y. (2021). The Importance Of Learning Skills in The 21st Century in Learning In Elementary Schools. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series* (Vol. 4, No. 6, pp. 132-136).
- Aulia, H., Kantun, S., & Kurnianto, F. A. (2023). Integrasi Keterampilan Abad 21 dan Keterampilan Berpikir Spasial pada Buku Teks Geografi. *JPG (Jurnal Pendidikan Geografi)*, 10(1).
- Avianti, R., & Yonata, B. (2015). Keterampilan Proses Sains Siswa melalui Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif Materi Asam Basa Kelas XI SMAN 8. *UNESA Journal of Chemical Education*, 4(2), 224–231.
- Basri, H., & As' ari, A. R. (2019). Investigating Critical Thinking Skill of Junior High School in Solving Mathematical Problem. *International Journal of Instruction*, 12(3), 745-758.
- Becker, L. A. (2000). Effect Size (ES) [Online]. Tersedia: <http://www.uccs.edu>. Diakses pada tanggal 29 Agustus 2024.
- Bonquet, M., Flamant, N., Lavrijsen, J., Vansteenkiste, M., Verschueren, K., & Soenens, B. (2024). The unique importance of motivation and mindsets for students' learning behavior and achievement: An examination at the level of between-student differences and within-student fluctuations. *Journal of educational psychology*, 116(3), 448.
- Bunt, B., & Gouws, G. (2020). Using an artificial life simulation to enhance reflective critical thinking among student teachers. *Smart Learning Environments*, 7, 1-19.
- Burkett, V. C., & Smith, C. (2016). Simulated vs. hands-on laboratory position paper. *The Electronic Journal for Research in Science & Mathematics Education*, 20(9).
- Buwono, I. S., Kartono, K., & Asih, T. S. N. (2021). Mathematics Reasoning Ability based on Personality Types on 9E Learning Cycle with Kid-Friendly Rubrics. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 10(A), 212-219.

- Cilviani, C. (2022). *Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Kemampuan Berpikir Komputasional Siswa Sekolah Dasar*. S1 thesis, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Daryanto, K. S., & Karim, S. (2017). Pembelajaran abad 21. *Yogyakarta: Gava Media*, 267.
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Special section. *Science*, 340(April), 305–308.
- Dhewy, R. C. (2022). Pengaruh Learning Cycle 7E Terhadap Kemampuan Komunikasi Matematis Peserta didik. *Jurnal Aplikasi Matematika dan Statistik*, 1(1), 21-26.
- Dunst, C. J., Hamby, D. W., & Trivette, C. M. (2004). Guidelines for calculating effect sizes for practicebased research syntheses. *Centerscope*, 2 (2), 1–10.
- Ennis, R. H. (1985). A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational leadership*, 43(2), pp.44-48.
- Facione, P.A. (2015). *Critical Thinking: What It Is and Why It Counts*. Measured Reasons and the California Academic Press, Millbrae, CA
- Fadilah, E., Al Farizi, T., & Suartini, K. (2024). Pengaruh Model Context-Based Learning Berbantuan Simulasi PhET terhadap Keterampilan Berpikir Kritis pada Materi Elastisitas dan Hukum Hooke. *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(1), 98-111.
- Fani, N., Widhiarso, W., & Murtiyasa, B. (2021). Hubungan rasa ingin tahu, berpikiran terbuka, pengetahuan, dan kebijaksanaan dengan keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 15(2), 123-135.
- Fatimah, Z., Rizaldi, D. R., Jufri, A. W., & Jamaluddin, J. (2020). Model inkuiri terbimbing berbantuan laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan proses sains. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 1(2).
- Finkelstein, N., Adams, W., Keller, C., Perkins, K., & Wieman, C. (2006). High-tech tools for teaching physics: The physics education technology project. *Merlot journal of online learning and teaching*, 2(3), 110-121.

- Fisher, W. P. (2007). Rating scale instrument quality criteria. *Rasch Measurement Transactions*, 21 (1), 1095.
- Giancolli, C.D. (1999). *Fisika* (5th ed). Translated by Hanum, Yuhilza. 2001. Jakarta: Erlangga.
- Habibulloh, M., Anggaryani, M., Satriawan, M., Saputra, O., Zakaria, A., & Septiawan, F. (2023, November). Suitability of Torricelli's Theorem Formulation in Cases of Leaking Reservoirs with Video Analysis Tracker. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 2623, No. 1, p. 012021). IOP Publishing.
- Hadisaputra, H. (2022). Strategi pemanfaatan game online. *Nanaeke: Indonesian Journal Of Early Childhood Education*, 5, 1-14.
- Hamdani, M., Prayitno, B. A., & Karyanto, P. (2019). Meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui metode eksperimen. In *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning* (Vol. 16, No. 1, pp. 139-145).
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hake, R. R. (1999). Analyzing change/gain scores.
- Hasriani, W. O., Anas, M., & Sahara, L. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Pictorial Riddle untuk Meningkatkan Hasil Belajar Kognitif dan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Pokok Elastisitas dan Hukum Hooke Kelas XI IPA2 SMA Negeri 1 Loghia. *JIPFi Jurnal Penelitian Pendidikan Fisika*, 5(2), 164–170.
- Haryadi, R., & Pujiastuti, H. (2020, April). PhET simulation software-based learning to improve science process skills. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1521, No. 2, p. 022017). IOP Publishing.
- Hermansyah, H., Gunawan, G., & Herayanti, L. (2015). Pengaruh penggunaan laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi getaran dan gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 1(2), 97-102.

- Hermawan, B. A., Wonorahardjo, S., & Marfuah, S. (2017). Efektifitas Internet dalam Learning Cycle 6e pada Materi Hidrokarbon ditinjau dari Hasil Belajar Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 2(2), 211-220.
- Istiyadji, M., & Sauqina, S. (2022). Implementasi Model Pembelajaran Learning Cycle 3E Pada Materi Interaksi Makhluk Hidup dan Lingkungan Untuk Melatih Penguasaan Konsep dan Keberlanjutan Penguasaan Konsep di Kelas VII SMP Negeri 14 Banjarmasin. *Jurnal Pendidikan Sains dan Terapan*, 1(1), 89-96.
- Johnson, R. B., & Christensen, L. B. (2024). *Educational research: Quantitative, qualitative, and mixed approaches*. Sage publications.
- Junilita W., Syafi'i, M., & Azhar. (2022). The Effect Learning Cycle 8e Model Assisted By The Physics At School Application Upon Mastery Of Concepts In The Momentum And Impulse Material Of Class X High School. *Jom Fkip-Ur*
- Kapici, H. O., Akcay, H., & de Jong, T. (2019). Using Hands-On and Virtual Laboratories Alone or Together—Which Works Better for Acquiring Knowledge and Skills? *Journal of Science Education and Technology*, 28(3), 231–250
- Kartini, P., Bahar, A., & Elvinawati, E. (2021). Studi Perbandingan Model Pembelajaran Learning Cycle 5E Dan Guided Discovery Learning Menggunakan Media Video Pembelajaran Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa. *Alotrop*, 5(1), 11-18.
- Kaur, P., & Gakhar, A. (2014, December). 9E model and e-learning methodologies for the optimisation of teaching and learning. In *2014 IEEE International Conference on MOOC, Innovation and Technology in Education (MITE)* (pp. 342-347). IEEE.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia. (2017). *Implementasi kecakapan abad 21 dalam penyusunan RPP*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Laliyo, L. A. R., Sumintono, B., & Panigoro, C. (2022). Measuring changes in hydrolysis concept of students taught by inquiry model: stacking and racking analysis techniques in Rasch model. *Heliyon*, 8(3), e09126.
- Lawson, A.E., (1988). Three Types of Learning Cycle s: a better way to teach science. In *Annual Convention of The National Association for Research in Science Teaching, Lake Ozark. MO*.
- Leicester, M., & Taylor, M. (2010). Metode pembelajaran dan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Pendidikan Eksperimen*, 8(4), 215-230.
- Lin, M., & Miao, Y. (2022). Importance and Applications of Fluid Dynamics in Civil Engineering and Mechanical Engineering. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 18, 247-252.
- Lukum, A., Paramata, N. R., Achmad, N., & Djafar, N. (2024). *Kebijakan Pendidikan, Relevansinya Dengan Pandangan Ki Hajar Dewantoro*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- Mahanta, A., & Sarma, K. K. (2012). Online resource and ICT-aided virtual laboratory setup. *International Journal of Computer Applications*, 52(6).
- Mardhiyah, R. H., Aldriani, S. N. F., Chitta, F., & Zulfikar, M. R. (2021). Pentingnya keterampilan belajar di abad 21 sebagai tuntutan dalam pengembangan sumber daya manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40.
- Mubarokah, F. A., & Nasrudin, H. (2020, November). Improvement of Self-Efficacy and Student Learning Outcomes on Acid Base Material Using 9E Learning Cycle Model. In *International Joint Conference on Science and Engineering (IJCSE 2020)* (pp. 199-202). Atlantis Press.
- Muzana, S. R., Lubis, S. P. W., & Wirda, W. (2021). Penggunaan simulasi phet terhadap efektifitas belajar IPA. *Jurnal Dedikasi Pendidikan*, 5(1), 227-236.
- Ngadinem, N. (2019). Penggunaan Media Simulasi Phet Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Ilmiah WUNY*, 1(1).
- Ni'mah, M., & Widodo, W. (2022). Penerapan model pembelajaran inkuiri terstruktur berbantuan virtual-laboratory phet untuk meningkatkan

- pemahaman konsep listrik dinamis. *Pensa: E-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(2), 296-304.
- Nurachmandani, Setya. (2009), *Fisika: Untuk SMA/MA Kelas XI*, Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta
- Nurjanah, S., Djudin, T., & Hamdani, H. (2022). Analisis kemampuan berpikir kritis peserta didik pada topik fluida dinamis. *Jurnal Education and development*, 10(3), 111-116.
- Oryvia, K. T. Y. (2023). *Pengaruh Model Learning Cycle 9e Terhadap Higher Order Thinking Skills Dan Self Regulation Pada Mata Pelajaran Biologi Kelas X* (Doctoral dissertation, UIN Raden Intan Lampung).
- Panggabean, S., Widyastuti, A., Damayanti, W. K., Nurtanto, M., Subakti, H., Chamidah, D., ... & Cecep, H. (2021). *Konsep dan Strategi Pembelajaran*. Yayasan Kita Menulis.
- Patmawati, H. (2011). Analisis keterampilan berpikir kritis siswa pada pembelajaran larutan elektrolit dan non elektrolit dengan metode praktikum.
- Patricia, E.M., Nyeneng, I.D.P., & Wahyudi, I. (2018). Pengembangan LkpdBerkas Discovery Learning Pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 6(1): hal 59-68
- Prima, E. C., Putri, C. L., & Sudargo, F. (2017). Applying Pre and Post Role-Plays Supported by Stellarium Virtual Observatory to Improve Students' Understanding on Learning Solar System. *Journal of Science Learning*, 1(1), 1-7.
- Purfiyansyah, R. P., Bektiarso, S., & Nuraini, L. (2023). Critical Thinking Skills and Physics Learning Outcomes in The 5E Learning Cycle Model with PhET Simulations. *Pillar of Physics Education*, 16(2), 93-102.
- Purwanto, A. (2014). Implementasi Model Learning Cycle “5E” Disertai LKS untuk Meningkatkan Aktivitas, Keterampilan Proses Sains, dan Hasil Belajar Biologi. *BIOEDUKASI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(1).
- Qing, Z., Jing, G., & Yan, W. (2017). Keterampilan berpikir kritis dan inference dalam pembelajaran. *Jurnal Pengembangan Pendidikan*, 14(1), 45-53.

- Rahma, S. (2017). Analisis Berpikir Kritis Peserta didik Dengan Pembelajaran Socrates Konstektual Di SMP Negeri 1 Padangratu Lampung Tengah. *Skripsi, Lampung: Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung*.
- Ramadhani, D. (2021). *Pemanfaatan ICT dalam Pembelajaran Kimia pada Alumni Pendidikan Kimia UIN Jakarta* (Bachelor's thesis, Jakarta: Fitk UIN Syarif Hidayatullah Jakarta).
- Ratnasari, A., Sumardi, K., & Berman, E. T. (2023). Media Pembelajaran Berbasis PhET Simulasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta Didik di SMK. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 8(1b), 711-718.
- Ratika, D., & Jatmiko, B. (2017). Pembelajaran Fisika dengan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan Media PhET Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Fluida Dinamik Kelas XI SMA Negeri 2 Mejayan Madiun. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF) Vol*, 6(03), 12-19.
- Reny, S., & Salempa, P. (2018). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Multimedia Interaktif Pada Praktikum Titrasi Asam Basa. *Chemistry Education Review (CER)*, 2(1), 32-41.
- Ridho, M., Prasetyo, A., & Anwar, S. (2020). Pengaruh strategi debat aktif terhadap keterampilan berpikir kritis siswa. *Jurnal Pendidikan dan Inovasi Pembelajaran*, 10(3), 89-98.
- Saad, N. B., Surendran, A., & Sankaran, L. (2023). 9E learning and teaching model and its application in higher secondary education school system. *Journal of Intercultural Communication*, 23(1), 45-54.
- Saputra, H. (2020). Kemampuan berfikir kritis matematis. *Perpustakaan IAI Agus Salim*, 2(3), 1-7.
- Saputra, M. D., Joyoatmojo, S., Wardani, D. K., & Sangka, K. B. (2019). Developing critical-thinking skills through the collaboration of jigsaw model with problem-based learning model. *International Journal of Instruction*, 12(1), 1077-1094.
- Sartika, S. B., & Wulandari, R. (2020). Buku Ajar Berpikir Analisis Melalui Fluida. *Umsida Press*, 1-113.

- Setiawan, B., & Puspitasari, D. (2017). Efektivitas Pembelajaran Praktikum dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 5(2), 123-134.
- Shidqi, M. I. M., & Anggaryani, M. (2020). Pengembangan Alat Peraga Berbasis Sensor Flowmeter Untuk Menenrapkan Persamaan Kontinuitas Pada Materi Fluida Dinamis. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(2), 133-143.
- Sintawati, M. A., Sugiarti, S., & Ilminisa, R. R. (2020). Peningkatan kemampuan berdebat melalui model pembelajaran learning cycle 5E dengan bantuan peta konsep siswa G-2. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 6(2), 149-163.
- Smiley, J. (2015). Classical test theory or Rasch: A personal account from a novice user. *Shiken*, 19(1), 16-29.
- Sugiyono. (2001). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: Alfabet
- Sugiyono. (2011). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta
- Sugiyono. (2013). Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R&D.
- Sugiyono. (2016). Statistikan untuk Penelitian. Jakarta: Alfabeta.
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Bandung: CV. Alfabeta.
- Sukarelawan, I., Indratno, T. K., & Ayu, S. M. (2024). *N-Gain vs Stacking Analisis Perubahan Abilitas Peserta Didik dalam Desain One Group Pretest-Posttest*. Yogyakarta: Suryacahya.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2014). *Aplikasi model Rasch untuk penelitian ilmu-ilmu sosial (edisi revisi)*. Trim Komunikata Publishing House.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi pemodelan rasch pada assessment pendidikan*. Trim komunikata.
- Sunni, M. A., Wartono, W., & Diantoro, M. (2014, October). Pengaruh pembelajaran problem solving berbantuan PhET terhadap penguasaan konsep fisika dan keterampilan berpikir kritis siswa SMA. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 3, pp. 103-107).

- Suryawati, E., Natalina, M., Nadia, N., & Deswati, D. (2018). The Implementation Of 5e Learning Cycle Model On The Topic ‘Structure And Function Of Plants’ to Improve The Scientific Literacy Of The Second Year Students Of A Junior High School In Pekanbaru. *International Journal of Educational Best Practices*, 2(2), 26-33.
- Susanti, R., et al. (2018). Pengaruh Pembelajaran Berbasis Praktikum terhadap Keterampilan Analitis Siswa. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 12(1), 45-58.
- Susilawati, E., Agustinasari, A., Samsudin, A., & Siahaan, P. (2020). Analisis tingkat keterampilan berpikir kritis siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 6(1), 11-16.
- Syamsu, F. D., & Ziraluo, Y. P. B. (2022). Pengembangan Laboratorium Virtual Untuk Siswa Sma Kelas X Di Sma Negeri 1Kaway Xvi Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Bionatural*, 9(1).
- Tanfiziyah, R., Khasanah, M., Riandi, R., & Supriatno, B. (2021). Inovasi Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi: Model Learning Cycle 5E Menggunakan Gather Town pada Materi Protista: (Information Technology-Based Learning Innovation: 5E Learning Cycle Model using Gather Town on Protista Material). *Biodik*, 7(3), 1-10.
- Tayeb, T. (2017). Analisis dan manfaat model pembelajaran. *AULADUNA: Jurnal Pendidikan Dasar Islam*, 4(2), 48-55.
- Tipler, P. A. (1998). Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid I (Terjemahan). Jakarta: Erlangga
- Toth, E. E., Ludvico, L. R., & Morrow, B. L. (2014). Blended inquiry with hands-on and virtual laboratories: the role of perceptual features during knowledge construction. *Interactive Learning Environments*, 22(5), 614–630.
- Verdian, F., Jadid, M. A., & Rahmani, M. N. (2021). Studi penggunaan media simulasi phet dalam pembelajaran fisika. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 1(2), 39-44.
- Walker, P., & Finney, N. (1999). Skill development and critical thinking in higher education. *Teaching in Higher Education*, 4(4), 531-547.

- Wibawanto, W. (2020). *Laboratorium virtual konsep dan pengembangan simulasi fisika*. Wandah Wibawanto.
- Wicaksono, I., Indrawati, I., & Supeno, S. (2020). PhET (Physics Education Technology) Sebagai Media Pembelajaran Untuk Meningkatkan Keterampilan berpikir kritis Siswa. *Fkip E-Proceeding*, 5(1), 1-5.
- Yuniarti, V. F. M., Anriani, N., & Santosa, C. A. H. S. (2020). Pengembangan E-modul Berbasis Smartphone Pada Materi Integral Tak Tentu Berorientasi Keterampilan Abad Ke-21. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan (JARTIKA)*, 3(2), 222-233.