

**PENERAPAN *INTERACTIVE LECTURE DEMONSTRATION* BERBANTUAN  
RAGAM MEDIA VISUAL UNTUK MENINGKATKAN *VISUALIZATION SKILLS*  
DAN MEMPERBAIKI MODEL MENTAL SISWA SMA TERKAIT MATERI  
RANGKAIAN LISTRIK SEARAH**

**TESIS**

diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat untuk  
memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika



disusun oleh:

**RESTI SUNDARI**

**2002242**

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**2023**

**PENERAPAN *INTERACTIVE LECTURE DEMONSTRATION*  
BERBANTUAN RAGAM MEDIA VISUAL UNTUK MENINGKATKAN  
*VISUALIZATION SKILLS* DAN MEMPERBAIKI MODEL MENTAL  
SISWA SMA TERKAIT MATERI RANGKAIAN LISTRIK SEARAH**

LEMBAGA HAK CIPTA

Oleh:

Resti Sundari

NIM 2002242

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Pendidikan Fisika pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan  
Alam

©Resti Sundari 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

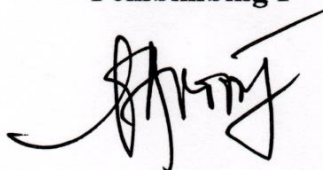
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
Dengan dicetak ulang, difoto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**RESTI SUNDARI**

**PENERAPAN *INTERACTIVE LECTURE DEMONSTRATION*  
BERBANTUAN RAGAM MEDIA VISUAL UNTUK MENINGKATKAN  
*VISUALIZATION SKILLS* DAN MEMPERBAIKI MODEL MENTAL  
SISWA SMA TERKAIT MATERI RANGKAIAN LISTRIK SEARAH**

Disetujui dan disahkan oleh

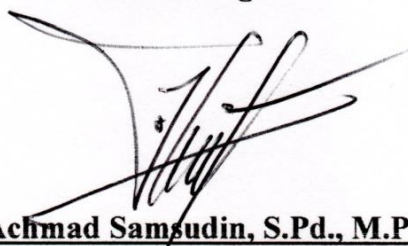
**Pembimbing I**



**Prof. Dr. Andi Suhandi, S. Pd, M.Si.**

**NIP. 196908171994031003**

**Pembimbing II**



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

**NIP. 198310072008121004**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Pendidikan Fisika**



**Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M. Si**

**NIP. 19590401198601101**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Penerapan *Interactive Lecture Demonstration* berbantuan Ragam Media Visual untuk Meningkatkan *Visualization Skills* dan Memperbaiki Model Mental Siswa SMA terkait Materi Rangkaian Listrik Searah” 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 resiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian hasil karya saya ini.

Bandung, Januari 2023

Yang membuat pernyataan,



Resti Sundari

NIM. 2002242

## UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan karunianya yang tak pernah padam sehingga penulis dapat melalui segala tantangan dalam menyelesaikan penulisan tesis ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini terdapat banyak bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Olehnya itu penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya ini kepada:

1. Bapak Prof, Dr. Andi Suhandi, S.Pd, M.Si selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Achmad Samsudin, S.Pd, M.Pd selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, saran perbaikan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis;
2. Bapak Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si selaku ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI beserta bapak dan ibu dosen serta staf akademik lainnya, yang turut membantu penulis dalam memberikan fasilitas serta berbagai kemudahan dan pelayanannya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis;
3. Dr. Dadi Rusdiana, M.Si., Dr. Didi Teguh Chandra, M.Si., Prof. Dr. Andi Suhandi, M.Si., Dr. Achmad Samsudin, S.Pd, M.Pd., selaku dosen penguji siding tahap 1 dan 2 atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis untuk memperbaiki isi dan kepenulisan tesis;
4. Ibu Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si., Bapak Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si., Dr. Dadi Rusdiana, M.Si., Dr. Endi Suhendi, M.Si selaku dosen internal UPI penguji validasi, dan Ibu Asri Nur Lathifah Fauziyyah, S.Pd selaku guru pengampu mata pelajaran fisika di tempat penulis melakukan peneliitan. Terima kasih telah bersedia menjadi validator instrumen penelitian penulis dalam memberikan dukungan dan saran-saran perbaikan sehingga penulisan tesis dapat terselesaikan dengan lancar;
5. Kedua orang tua tercinta, Bapak Jafril Nursal, S.Pd dan Ibu Sukmawati, S.Pd, kakak-kakak saya, Jerry Supriawan, SE., Mila Susanti, Am.Keb,SKM., dr. Rini Asmaroza, Sp.N dan Nining Putri, ST, Gr, M.Pd T., yang tidak lelah memberi dukungan baik moril maupun materil serta mencurahkan kasih sayang,

perhatian, waktu, tenaga, dan doa yang tiada hentinya kepada penulis dalam menyelesaikan tesis;

6. Teman-teman Pendidikan Fisika UPI 2020, terkhusus untuk kelas A yang telah bersama selama kuliah, memberi dukungan, motivasi dan saling menguatkan satu sama lain sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis;
7. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian tesis ini;
8. Dan untuk semua yang membaca karya tulis ini, terima kasih sudah berjuang untuk hidup kita dan hidup orang-orang yang kita sayangi.

Semoga kebaikan, ketulusan serta dukungan yang tercurahkan dari semua pihak yang telah membantu penulis selama ini semoga mendapatkan balasan dan menjadi amal kebaikan dari Allah SWT.

Bandung, Januari 2023

Penulis,



Resti Sundari

NIM. 2002242

**PENERAPAN *INTERACTIVE LECTURE DEMONSTRATION* BERBANTUAN  
RAGAM MEDIA VISUAL UNTUK MENINGKATKAN *VISUALIZATION SKILLS*  
DAN MEMPERBAIKI MODEL MENTAL SISWA SMA TERKAIT MATERI  
RANGKAIAN LISTRIK SEARAH**

**Resti Sundari<sup>1\*</sup>, Andi Suhandi<sup>1</sup>, Achmad Samsudin<sup>1</sup>**

**2002242**

<sup>1</sup>*Departemen Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia*

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang efektivitas penerapan *Interactive Lecture Demonstration* (ILD) berbantuan ragam media visual dibandingkan *Interactive Lecture Demonstration* (ILD) tanpa ragam media visual dalam meningkatkan *visualization skills* dan memperbaiki model mental siswa SMA terkait materi rangkaian listrik searah. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen semu dengan desain penelitian *pretest and posttest control group design*. Sampel penelitian terdiri dari 2 kelas yang diambil secara acak dari 7 kelas XII IPA Tahun pelajaran 2022/2023. Instrumen yang digunakan adalah instrumen tes level pemahaman dan tes *visualization skills* dalam bentuk *essay*. Instrumen yang digunakan dinyatakan valid dan reliabel oleh ahli maupun berdasarkan hasil uji coba lapangan. Hasil pencapaian persentase penerapan ILD berbantuan ragam media visual dalam meningkatkan *visualization skills* siswa mengalami peningkatan dalam kategori sedang. Sedangkan pada penerapan ILD tanpa ragam media visual berada pada kategori rendah. Selanjutnya persentase siswa yang mencapai model mental *scientific* melalui penerapan ILD berbantuan ragam media visual untuk konsep elektron bebas pada logam sebesar 88%, fungsi baterai sebagai sumber beda potensial sebesar 79%, fungsi baterai sebagai GGL rangkaian sebesar 55%, hambatan listrik sebesar 52%, dan faktor-faktor yang mempengaruhi hambatan penghantar sebesar 88%. Sedangkan penerapan ILD tanpa ragam media visual untuk konsep elektron bebas pada logam sebesar 21%, fungsi baterai sebagai sumber beda potensial sebesar 15%, fungsi baterai sebagai GGL rangkaian sebesar 9%, hambatan listrik sebesar 9%, dan faktor-faktor yang mempengaruhi hambatan penghantar sebesar 45%. Dapat disimpulkan bahwa penerapan ILD berbantuan ragam media visual lebih efektif dibandingkan ILD tanpa ragam media visual dalam meningkatkan *visualization skills* dan memperbaiki model mental siswa terkait materi rangkaian listrik searah.

Kata Kunci: *Interactive Lecture Demonstration*, *Visualization Skills*, Model Mental, Rangkaian Listrik Searah, Ragam Media Visual

**THE IMPLEMENTATION OF INTERACTIVE LECTURE DEMONSTRATION  
USING VARIETY OF VISUAL MEDIA TO ENHANCE VISUALIZATION SKILLS  
AND IMPROVE HIGH SCHOOL STUDENTS' MENTAL MODELS REGARDING  
DIRECT CURRENT CIRCUITS**

**Resti Sundari<sup>1\*</sup>, Andi Suhandi<sup>1</sup>, Achmad Samsudin<sup>1</sup>**

**2002242**

<sup>1</sup>*Departemen Pendidikan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia*

**ABSTRACT**

*This research aims to get an overview of the effectiveness of the application of Interactive Lecture Demonstration (ILD) assisted by various visual media compared to Interactive Lecture Demonstration (ILD) without various visual media in enhancing visualization skills and improving mental models of high school students regarding the topic of direct current electric circuits. This research is a quasi-experimental research with a pretest and posttest control group design. The research sample consisted of 2 classes taken randomly from 7 classes XII IPA for the 2022/2023 academic year. The instruments used were comprehension level test instruments and visualization skills tests in the form of essays. The instruments used were declared valid and reliable by experts and based on the results of field trials. The results of the percentage achievement of implementing ILD assisted by a variety of visual media in improving students' visualization skills have increased in the medium category. Whereas the application of ILD without a variety of visual media is in a low category. Furthermore, the percentage of students who achieve the scientific mental model through the application of ILD assisted by various visual media for the concept of free electrons in a metal is 88%, the function of the battery as a potential difference source is 79%, the function of the battery as a force of motion is 55%, the electrical resistance is 52%, and factors that affect the resistance of the conductor by 88%. While the application of ILD without various visual media for the concept of free electrons in a metal is 21%, the function of the battery as a source of potential difference is 15%, the function of the battery as an electromotive force is 9%, the electrical resistance is 9%, and factors that affect resistance delivery by 45%. It can be concluded that implementing ILD assisted by a variety of visual media is more effective than ILD without a variety of visual media in enhancing visualization skills and improving students' mental models related to the topic of direct current electrical circuits.*

**Keyword:** *Interactive Lecture Demonstration, Visualization Skills, Mental models, direct current circuits, variety of visual media*



## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN</b> .....	<b>i</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian .....	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.5 Definisi Operasional.....	7
<b>BAB II</b> .....	<b>10</b>
2.1 Model <i>Interactive Lecture Demonstration</i> (ILD).....	10
2.2 Ragam Media Visual untuk Pembelajaran Fisika .....	13
2.2.1 Media Gambar.....	14
2.2.2 Media Video.....	16
2.2.3 Media Simulasi Virtual .....	17
2.2.4 Analogi.....	19
2.3 <i>Visualization Skills</i> .....	20
2.4 Model Mental .....	22
2.5 Rangkaian Listrik Searah .....	27
2.5.1 Elektron Bebas Pada Logam .....	27
2.5.2 Fungsi Baterai sebagai Sumber Gaya Gerak Listrik pada Rangkaian Listrik.....	29
2.5.3 Hambatan Kawat Penghantar .....	30
2.5.4 Rangkaian Hambatan Listrik.....	34
2.6 Hubungan antara <i>Interactive Lecture Demonstraion</i> berbantuan Ragam Media Visual dengan <i>Visualization Skills</i> dan Model Mental Siswa terkait Materi Rangkaian Listrik Searah .....	37
2.7 Kerangka Pikir Penelitian.....	39
<b>BAB III</b> .....	<b>42</b>
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	42
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian .....	43
3.2.1 Populasi Penelitian .....	43
3.2.2 Sampel Penelitian.....	43
3.3 Variabel Penelitian .....	43
3.3.1 Variabel Bebas .....	43
3.3.2 Variabel Terikat .....	43
3.4 Instrumen Penelitian.....	43

3.4.1	Tes <i>Visualization Skills</i> .....	44
3.4.2	Tes Level Pemahaman Konsep .....	45
3.5	Analisis Instrumen Penelitian.....	47
3.5.1	Uji Validitas Instrumen .....	47
3.5.2	Uji Reliabilitas .....	59
3.6	Prosedur Penelitian.....	62
3.7	Teknik Analisis Data .....	63
3.7.1	Analisis Perbaikan Model Mental Peserta Didik .....	63
3.7.2	Analisis Peningkatan <i>Visualization Skills</i> .....	65
3.7.3	Analisis Data Hasil Observasi Keterlaksanaan Model Pembelajaran.....	67
BAB IV	.....	68
4.1	Efektivitas Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental .....	68
4.1.1	Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental terkait Konsep Elektron Bebas pada Logam.....	69
4.1.2	Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber Beda Potensial.....	78
4.1.3	Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber Gaya Gerak Listrik (GGL).....	87
4.1.4	Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa terkait Konsep Hambatan Listrik .....	97
4.1.5	Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa terkait Konsep Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar .....	106
4.2	Efektivitas Model Pembelajaran dalam Meningkatkan <i>Visualization Skills</i> .....	117
BAB V	.....	123
5.1	Simpulan.....	123
5.2	Implikasi .....	124
5.3	Rekomendasi .....	124
DAFTAR PUSTAKA	.....	125

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tiga Tahapan dari Model pembelajaran <i>Interactive Lecture Demonstration</i> (ILD) .....	12
Gambar 2.2. Rangkaian dalam Sebuah Senter .....	15
Gambar 2.3. Video beda potensial listrik ketika disambungkan dengan logam ...	17
Gambar 2.4. Simulasi Virtual pada Rangkaian Listrik .....	18
Gambar 2.5. Analogi penghambatan gerak elektron.....	20
Gambar 2.6. Keadaan Gerak Elektron Bebas Pada Kawat Logam.....	27
Gambar 2.7. Keadaan gerak elektron bebas ketika dihubungkan dengan sebuah baterai .....	28
Gambar 2.8. Pembesaran Gambar Mikroskopis Kawat Logam.....	28
Gambar 2.9. Laju $v_d$ didalam sebuah kawat penghantar .....	29
Gambar 2.10. Gerak elektron pada Sebuah Baterai .....	30
Gambar 2.11. Model Hambatan Gerak Kelereng Menuruni Bidang Miring .....	31
Gambar 2.12. Gerak elektron yang dipengaruhi oleh hambatan jenis kawat .....	32
Gambar 2.13. Gerak Elektron yang dipengaruhi oleh Panjang Kawat .....	33
Gambar 2.14. Gerak elektron yang dipengaruhi oleh luas penampang kawat.....	33
Gambar 2.15. Hambatan yang dihubungkan Secara Seri.....	34
Gambar 2.16. Hambatan yang dihubungkan Secara Paralel .....	34
Gambar 2.17. (a) satu gate tol terbuka (b) tiga gate tol terbuka.....	35
Gambar 2.18. Bagan Kerangka Pikir Penelitian .....	41
Gambar 3.1 Desain Pretest-Posttest Nonequivalent Control Group .....	42
Gambar 3.2 Hasil analisis validitas konstruk level pemahaman.....	54
Gambar 3.3 Hasil analisis validitas konstruk <i>visualization skills</i> .....	55
Gambar 3.4 <i>Fit Statistic</i> Level Pemahaman.....	56
Gambar 3.5 <i>Fit statistic</i> untuk <i>Visualization Skills</i> .....	58
Gambar 3.6 Nilai <i>person reliability</i> , <i>item reliability</i> , dan <i>Cronbach Alpha</i> untuk Level Pemahaman .....	60
Gambar 3.7 Nilai <i>person reliability</i> , <i>item reliability</i> , dan <i>Cronbach Alpha</i> untuk <i>Visualization Skills</i> .....	61
Gambar 3.8 Tahapan dalam Prosedur Penelitian .....	62
Gambar 3.9 Kemungkinan Perubahan Model Mental dari <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> ...	65
Gambar 4.1. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Elektron Bebas pada Logam Setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual .....	74
Gambar 4.2. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Elektron Bebas pada Logam Setelah penerapan ILD .....	75

Gambar 4.3. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Elektron Bebas Pada Logam.....	76
Gambar 4.4. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD terkait Konsep Elektron Bebas Pada logam.....	76
Gambar 4.5. (a) Cuplikan jawaban siswa K14 (b) cuplikan jawaban siswa K25.....	77
Gambar 4.6. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Fungsi Baterai Sebagai Sumber Beda Potensial Setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual.....	83
Gambar 4.7. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Fungsi Baterai Sebagai Sumber Beda Potensial Listrik Setelah penerapan ILD .....	84
Gambar 4.8. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Fungsi Baterai Sebagai Sumber Beda Potensial Listrik .....	85
Gambar 4.9. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD terkait Konsep Fungsi Baterai Sebagai Sumber Beda Potensial Listrik .....	85
Gambar 4.10. (a) Cuplikan jawaban siswa K10 (b) cuplikan jawaban S12.....	86
Gambar 4.11. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber GGL Setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual .....	93
Gambar 4.12. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber GGL setelah Penerapan ILD.....	94
Gambar 4.13. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber GGL rangkaian listrik....	95
Gambar 4.14. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber GGL Rangkaian Listrik.....	95
Gambar 4.15. (a) Cuplikan jawaban siswa S15 dan (b) Cuplikan jawaban siswa K24 .....	96
Gambar 4.16. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Hambatan Listrik Setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual .....	102
Gambar 4.17. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Hambatan Listrik Setelah penerapan ILD.....	103
Gambar 4.18. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Hambatan Listrik.....	104

Gambar 4.19. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD terkait Konsep Hambatan Listrik.....	104
Gambar 4.20. (a) Cuplikan Jawaban Siswa K8 dan (b) Cuplikan jawaban siswa K16.....	105
Gambar 4.21. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar Setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual.....	111
Gambar 4.22. Pola Perubahan Kategori Model Mental Siswa terkait Konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar Setelah penerapan ILD.....	112
Gambar 4.23. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar .....	113
Gambar 4.24. Pola Perubahan Model Mental dari sebelum dan setelah penerapan ILD terkait Konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar.....	113
Gambar 4.25. (a) cuplikan jawaban S30 dan (b) cuplikan jawaban K10.....	114
Gambar 4.26. Diagram persentase Siswa yang Mencapai Model Mental <i>Scientific</i> pada Penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual dan Penerapan ILD .....	116
Gambar 4.27. Perbandingan Jumlah Siswa yang Mencapai Peningkatan Tinggi pada Setiap Aspek <i>Visualization Skills</i> .....	119

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Hasil Penelitian terkait Model Mental Siswa SMA pada Konsep Hukum Archimedes .....	3
Tabel 2.1 Perbedaan antara Demonstrasi Pasif dan <i>Interactive Lecture Demonstrations</i> .....	13
Tabel 2.2. <i>Visualization Skills</i> .....	21
Tabel 2.3 Kategori Model Mental menurut Kurnaz (2015) .....	24
Tabel 2.4 Rubrik Evaluasi untuk respon verbal menurut Abraham et al dalam Kurnaz & Eksi (2015).....	25
Tabel 2.5 Rubrik Evaluasi Level Pemahaman untuk Respon Gambar .....	26
Tabel 2.6 Rubrik Penentuan Model Mental Siswa.....	26
Tabel 2.7 Matrik Hubungan antara ILD berbantuan ragam media visual dengan <i>visualization skills</i> dan model mental siswa .....	37
Tabel 3.1 Jenis data, jenis instrumen, bentuk instrumen dan sumber data yang digunakan dalam penelitian .....	44
Tabel 3.2 Indikator <i>Visualization Skills</i> .....	44
Tabel 3.3 Rubrik Evaluasi untuk Jawaban Penjelasan Verbal.....	46
Tabel 3.4 Rubrik Evaluasi untuk Respon Gambar.....	46
Tabel 3.5 Skor Kriteria Penilain.....	48
Tabel 3.6 Kategori CVR .....	48
Tabel 3.7 Kategori Validasi .....	49
Tabel 3.8 Hasil Rekapitulasi Validasi Tes Level Pemahaman .....	49
Tabel 3.9 Rekapitulasi Hasil Validasi Tes <i>Visualization Skills</i> .....	51
Tabel 3.10 Interpretasi <i>Unidimensionalitas</i> Instrumen.....	54
Tabel 3.11 Tabel Kriteria Item fit Order.....	55
Tabel 3.12 Interpretasi Tingkat Kesulitan item.....	56
Tabel 3.13 Hasil Pengolahan Kualitas Soal Level Pemahaman .....	56
Tabel 3.14 Hasil Pengolahan Tingkat Kesulitan Soal Level Pemahaman .....	57
Tabel 3.15 Hasil Pengolahan Kualitas Soal <i>Visualization Skills</i> .....	58
Tabel 3.16 Hasil Pengolahan Kesulitan Soal <i>Visualization Skills</i> .....	59
Tabel 3.17 Interpretasi nilai <i>person reliability dan item reliability</i> .....	60
Tabel 3.18 Tabel Interpretasi Uji reliabilitas Berdasarkan Nilai <i>Cronbach Alpha</i> .....	61
Tabel 3.19 Rubrik penentuan model mental peserta didik.....	63
Tabel 3.20 Tipe-tipe Perubahan Model Mental Peserta Didik.....	64
Tabel 3.21 Pola Perbaikan Model Mental.....	64
Tabel 3.22 Kriteria Efektifitas implementasi model ILD dalam Memfasilitasi Pencapaian Model Mental <i>scientific</i> .....	65
Tabel 3. 23 Interpretasi Skor Rata-Rata N-Gain.....	66

Tabel 3.24 Kriteria Efektivitas <i>Visualization Skills</i> .....	66
Tabel 3.25 Kriteria Keterlaksanaan Model Pembelajaran .....	67
Tabel 4.1. Data Jumlah Siswa pada Setiap Level Pemahaman Konsep Elektron Bebas pada Logam Sebelum dan Setelah Pembelajaran .....	69
Tabel 4.2. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Elektron Bebas pada Logam ...	71
Tabel 4.3. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD terkait Konsep Elektron Bebas pada Logam .....	71
Tabel 4.4. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan ragam media visual terkait konsep elektron bebas pada logam. ....	72
Tabel 4.5. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD terkait konsep elektron bebas pada logam. ....	73
Tabel 4.6. Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa Terkait Konsep Elektron Bebas Pada Logam .....	78
Tabel 4.7. Data Jumlah Siswa pada Setiap Level Pemahaman Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber Beda Potensial Sebelum dan Setelah Pembelajaran .....	79
Tabel 4.8. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber Beda Potensial .....	80
Tabel 4.9. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD terkait Konsep Elektron Bebas pada Logam .....	81
Tabel 4.10. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan ragam media visual terkait konsep fungsi baterai sebagai sumber beda potensial.....	82
Tabel 4.11. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD terkait konsep fungsi baterai sebagai sumber beda potensial. ....	82
Tabel 4.12. Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa Terkait Konsep Fungsi Baterai Sebagai Sumber Beda Potensial .....	87
Tabel 4.13. Data Jumlah Siswa pada Setiap Level Pemahaman Konsep Fungsi Baterai sebagai GGL sebelum dan setelah Pembelajaran .....	87
Tabel 4.14. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai GGL .....	89

Tabel 4.15. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai GGL.....	90
Tabel 4.16. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep fungsi baterai sebagai sumber GGL. ....	91
Tabel 4.17. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD terkait konsep fungsi baterai sebagai sumber GGL.....	91
Tabel 4.18. Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa Terkait Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber GGL.....	97
Tabel 4.19. Data Jumlah Siswa pada Setiap Level Pemahaman Konsep Hambatan Listrik Sebelum dan Setelah Pembelajaran .....	97
Tabel 4.20. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Hambatan Listrik .....	99
Tabel 4.21. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD terkait Konsep Hambatan Listrik .....	100
Tabel 4.22. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Hambatan Listrik. ....	101
Tabel 4.23. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD terkait konsep Hambatan Listrik .....	101
Tabel 4.24. Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa Terkait Konsep Hambatan Listrik.....	106
Tabel 4.25. Data Jumlah Siswa pada Setiap Level Pemahaman Konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar Sebelum dan Setelah Pembelajaran .....	106
Tabel 4.26. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar .....	108
Tabel 4.27. Skor Siswa Sebelum dan Setelah Penerapan ILD terkait Konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar .....	109
Tabel 4.28. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual terkait Konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar.....	110
Tabel 4.29. Jumlah Siswa pada Setiap kategori Model Mental sebelum dan setelah penerapan ILD terkait konsep Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar .....	110



Tabel 4.30. Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran dalam Memperbaiki Model Mental Siswa Terkait Konsep Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Hambatan Penghantar.....	115
Tabel 4.31. Kategori Efektivitas Model Pembelajaran terhadap pencapaian Model Mental <i>Scientific</i> Siswa SMA.....	117
Tabel 4.32. Hasil <i>Visualization Skills</i> Siswa pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol .....	118
Tabel 4.33. Kategori N-gain rata-rata pada setiap aspek <i>visualization skills</i> .....	119
Tabel 4.34. Kategori peningkatan <i>visualization skills</i> setiap siswa .....	120
Tabel 4.35. Keselarasan Siswa yang Mengalami Peningkatan <i>Visualization Skills</i> dan Siswa yang Mencapai Model Mental <i>Scientific</i> .....	121
Tabel 4.36. Jumlah Siswa untuk Setiap Kategori N-gain pada Penerapan ILD berbantuan Ragam Media Visual dan Penerapan ILD .....	121

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. 1 Kisi-Kisi Instrumen Level Pemahaman Konsep Rangkaian Listrik Searah .....	132
Lampiran A. 2 Kisi-Kisi Instrumen Tes <i>Visualization Skills</i> Rangkaian Listrik Searah .....	142
Lampiran A. 3 RPP Kelas Eksperimen .....	151
Lampiran A. 4 RPP Kelas Kontrol.....	173
Lampiran A. 5 Lembar Observasi Keterlaksanaan ILD berbantuan Ragam Media Visual .....	179
Lampiran A. 6 Lembar Observasi Keterlaksanaan ILD.....	203
Lampiran B. 1 Lembar Judgment Instrumen Tes Level Pemahaman .....	209
Lampiran B. 2 Lembar Judgment Instrumen <i>Visualization Skills</i> .....	213
Lampiran B. 3 Rekapitulasi Hasil Validasi Instrumen Level Pemahaman .....	217
Lampiran B. 4 Rekapitulasi Hasil Validasi Instrumen <i>Visualization Skills</i> .....	222
Lampiran C. 1 Perubahan Model Mental pada Kelas Eksperimen .....	228
Lampiran C. 2 Perubahan Model Mental pada Kelas Kontrol.....	233
Lampiran C. 3 Data <i>Visualization Skills</i> Kelas Eksperimen .....	238
Lampiran C. 4 Data <i>Visualization Skills</i> Kelas Kontrol.....	239
Lampiran D.1 Surat Izin Penelitian.....	240
Lampiran D.2 Surat Keterangan Selesai Penelitian .....	241

**DAFTAR PUSTAKA**

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). *Understandings and Misunderstandings of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks. In JOURNAL OF RESEARCH IN SCIENCE* (Vol. 29, Issue 2).
- Alatas, F. (2014). *Hubungan Pemahaman Konsep dengan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Model Pembelajaran Treffinger Pada Mata Kuliah Fisika Dasar. EDUSAINS, VI Nomor 01*, 88–96.
- Altan Kurnaz, M., & Eksi, C. (2015). *An analysis of high school students' mental models of solid friction in physics. Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri, 15*(3), 787–795. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.3.2526>
- Anderson, L. W., Krathwohl Peter W Airasian, D. R., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *Taxonomy for Assessing Taxonomy of Educational Objectives*.
- Ashkenazi, G., & Weaver, G. C. (2007). *Using lecture demonstrations to promote the refinement of concepts: the case of teaching solvent miscibility. In Educ. Res. Pract* (Vol. 8, Issue 2).
- Başer, M. (2006). *Fostering Conceptual Change By Cognitive Conflict Based Instruction on Students' Understanding of Heat and Temperature Concepts. In Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* (Vol. 2, Issue 2). [www.ejmste.com](http://www.ejmste.com)
- Wibowo, F. C., Suhandi, A., Samsudin, A., Rahmi DARMAN, D., Suherli, Z., Hasani, A., Mukti LEKSONO, S., Hendrayana, A., Hidayat, S., Hamdani, D., & Coştu, B. (2017). *Virtual Microscopic Simulation (VMS) to promote students' conceptual change: A case study of heat. In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 18, Issue 2).
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2007). *The development of a two-tier multiple-choice diagnostic instrument for evaluating secondary school students' ability to describe and explain chemical reactions using multiple levels of representation. Chemistry Education Research and Practice, 8*(3), 293–307. <https://doi.org/10.1039/B7RP90006F>
- Chaudhury, S. R., Canatsey, S., & Ward, P. J. (2019). *A perspective on Interactive Lecture Demonstrations as a computer supported collaborative learning (CSCL) activity. Journal of Physics: Conference Series, 1287*(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1287/1/012060>

- Darmawan, D. (2012). *Pendekatan Praktik Teknologi Multimedia dan Pembelajaran Online*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Darmawan, D. (2015). *Inovasi Pendidikan-Pendidikan Praktik Teknologi Multimedia dan Pembelajaran Online*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Dinçer, S. (2011). *Exploring the impacts of analogies on computer hardware Computer&Technology Integaration Literacy for Education View project EXPLORING THE IMPACTS OF ANALOGIES ON COMPUTER HARDWARE*. In *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology* (Vol. 10). <https://www.researchgate.net/publication/228596755>
- Eveline, E., Jumadi, Wilujeng, I., & Kuswanto, H. (2019). *The Effect of Scaffolding Approach Assisted by PhET Simulation on Students' Conceptual Understanding and Students' Learning Independence in Physics*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1233(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012036>
- Gentner, D., & Stevens, A. L. (2014). *Mental Models* (3rd ed.). Psychology Press.
- Glynn, S. M. (2008). *Making science concepts meaningful to students: Teaching with analogies*. In *Four Decades of Research in Science Education: From Curriculum Development to Quality Improvement*.
- Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2000). *Mental models, conceptual models, and modelling*. *International Journal of Science Education*, 22(1), 11. <https://doi.org/10.1080/095006900289976>
- Jaakkola, T., & Nurmi, S. (2008). *Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities: Original article*. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(4), 271–283. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2007.00259.x>
- Jansoon, N., Coll, R. K., & Somsook, E. (2009). *Understanding Mental Models of Dilution International Journal of Environmental & Science Education Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students*. *International Journal of Environmental & Science Education*, 4 No. 2, 147–168. <http://www.ijese.com/>
- Jonane, L. (2015). *Using analogies in teaching physics: A study on latvian teachers' views and experience*. In *Journal of Teacher Education for Sustainability* (Vol. 17, Issue 2, pp. 53–73). De Gruyter Open Ltd. <https://doi.org/10.1515/jtes-2015-0011>

- Kaniawati, I. (2017). *Pengaruh Simulasi Komputer Terhadap Peningkatan Penguasaan Konsep Impuls-Momentum Siswa SMA*. *Jurnal Pembelajaran Sains VOLUME*, 1(1). <http://journal2.um.ac.id/index.php/>
- Permendikbud Nomor 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah, Kementerian Pendidikan dan Budaya (2014). Jakarta
- Kurniawan, A., Suhandi, A., & Kaniawati, I. (2019). *Effect of application of dilemmatic problem-solving oriented learning model in physics teaching on improvement decision making skills senior high school students*. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/3/032055>
- Kurniawan, Y., Suhandi, A., & Hasanah, L. (2016). *The influence of implementation of interactive lecture demonstrations (ILD) conceptual change oriented toward the decreasing of the quantity students that misconception on the Newton's first law*. *AIP Conference Proceedings*, 1708. <https://doi.org/10.1063/1.4941180>
- Laliyo, L. A. R., Hamdi, S., Pikoli, M., Abdullah, R., & Panigoro, C. (2021). *Implementation of four-tier multiple-choice instruments based on the partial credit model in evaluating students' learning progress*. *European Journal of Educational Research*, 10(2), 825–840. <https://doi.org/10.12973/EU-JER.10.2.825>
- Lestari, A. S., & Samsudin, A. (2020). *Using Rasch Model Analysis to Analyze Students' Scientific Literacy on Heat and Temperature*. *Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019*. <https://doi.org/10.4108/eai.12-10-2019.2296483>
- Mazzolini, A., Daniel, S., & Edwards, T. (2012). *Using interactive lecture demonstrations to improve conceptual understanding of resonance in an electronics course*. *Australasian Journal of Engineering Education*, 18(1), 69–69. <https://doi.org/10.7158/d12-004.2012.18.1>
- Merrits, D., Walter, R., & MacKey, B. (2012). *Interactive Lecture Demonstration*. SERC Pedagogic Service Project.
- Mnguni. (2007). *Development of a Taxonomy for Visual Literacy in the Molecular Life Sciences*. University of KwaZulu-Natal.
- Mnguni, L. (2018). *A Description of Visual Literacy among Third Year Biochemistry Students*. *Journal Of Baltic Science Education*, 17(3).

- Mnguni, L. (2019). *The development of an instrument to assess visuo-semiotic reasoning in biology*. *Eurasian Journal of Educational Research*, 2019(82), 121–136. <https://doi.org/10.14689/ejer.2019.82.7>
- Mnguni, L. E. (2014). *The theoretical cognitive process of visualization for science education*. In *SpringerPlus* (Vol. 3, Issue 1, pp. 1–9). SpringerOpen. <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-184>
- Mnguni, L., Schönborn, K., & Anderson, T. (2016). *Assessment of visualisation skills in biochemistry: Students*. *South African Journal of Science*, 112(9–10). <https://doi.org/10.17159/sajs.2016/20150412>
- Mustaqim. (2015). *Pengaruh Diskusi Terhadap Perkembangan Model Mental Mahasiswa Pada Fenomena Konveksi Panas*. *Jurnal Fisika, Universitas Negeri Malang*.
- Nelmes, A. (2005). *Overcoming Misconceptions: Using Bridging Analogies to cue Scientific Ideas*. <https://dspace.lboro.ac.uk/>
- Nurdini, N., Suhandi, A., Ramalis, T., & Samsudin, A. (2020). *Developing Multitier Instrument of Fluids Concepts (MIFO) to Measure Student's Conception: A Rasch Analysis Approach Learning Models for Students' Conceptual Change View project Learning Progression and Conceptual Change Pre-service Elementary Teachers' with Cognitive Conflict View project*. *Article in Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*. <https://doi.org/10.5373/JARDCS/V12I6/S20201273>
- Özkan, A., Arikan, E. E., & Özkan, E. M. (2018). *A study on the visualization skills of 6th Grade Students*. *Universal Journal of Educational Research*, 6(2), 354–359. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.060219>
- Pujianto, A., & Darmadi, W. (2013). *Analisis Konsepsi Siswa Pada Konsep Kinematika Gerak Lurus*. In *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako (JPFT)* (Vol. 1, Issue 1).
- Rapp Chapter, D. N. (2005). *MENTAL MODELS: Theoretical Issues for Visualizations in Science Education* (Vol. 43).
- Raudhah. (2020). *Penerapan Model Pembelajaran Konseptual Interaktif dengan Strategi CM2RA untuk Memperbaiki Model Mental Siswa Terkait Konsep-Konsep pada Materi Rangkaian Listrik Arus Searah* [Tesis]. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Ronen, M., & Eliahu, M. (2000). *Simulation-a bridge between theory and reality: the case of electric circuits*. In *Journal of Computer Assisted Learning* (Vol. 16).

- Saglam-Arslan, A., & Devecioglu, Y. (2010). Student teachers' levels of understanding and model of understanding about Newton's laws of motion. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching* (Vol. 11, Issue 1). <https://www.researchgate.net/publication/45459020>
- Sarabando, C., Cravino, J. P., & Soares, A. A. (2014). *Contribution of a Computer Simulation to Students' Learning of the Physics Concepts of Weight and Mass*. *Procedia Technology*, 13, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.02.015>
- Sarwono. (2021). *Visual Multimedia Supported Computer Based Refutation Text untuk Pengajaran Remedial Berorientasi Remediasi Miskonsepsi Siswa SMA terkait Konsep-Konsep Pada Materi Rangkaian Listrik Arus Searah*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sharma, M. D., Johnston, I. D., Johnston, H., Varvell, K., Robertson, G., Hopkins, A., Stewart, C., Cooper, I., & Thornton, R. (2010). *Use of interactive lecture demonstrations: A ten-year study*. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020119>
- Slekiene, V., & Ragulienė, L. (2010). *The Learning Physics Impact of Interactive Lecture Demonstrations*. *Problems of Education in the 21st Century*, 24.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). *Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A Critical review of The Literature*. *International Journal of Science Education*, 34(9).
- Sokoloff, D. R., & Thornton, R. K. (1997). *Interactive Lecture Demonstration*.
- Stains, M., & Sevian, H. (2015). *Uncovering Implicit Assumptions: a Large-Scale Study on Students' Mental Models of Diffusion*. *Research in Science Education*, 45(6), 807–840. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9450-x>
- Suhandi, A., & Wibowo, F. C. (2012). *Pendekatan Multirepresentasi dalam Pembelajaran Usaha-Energi dan Dampak Terhadap Pemahaman Konsep Mahasiswa*. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 8, 1–7.
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2015). *Aplikasi Pemodelan Rasch Pada Assessment Pendidikan* (I). Trim Komunikata Publishing House.
- Suprpto, N., Chang, T. S., & Ku, C. H. (2017). *Conception of learning physics and self-efficacy among indonesian university students*. *Journal of Baltic Science Education*, 16(1), 7–19. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.07>
- Supriyatman. (2016). *Pengembangan Program Perkuliahan Kelistrikan dan Kemagnetan berbasis Pemecahan Masalah untuk memperbaiki Model*

*Mental dan Meningkatkan Mental Modeling Ability Mahasiswa Calon Guru Fisika* [Disertasi, Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/id/eprint/25589>

- Suryadi, Y. (2016). *Penerapan Pembelajaran Active Learning Dengan Demonstrasi Interaktif untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berkomunikasi siswa pada Pokok Bahasan Gerak* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/id/eprint/23809>
- Taher, M., Hamidah, I., & Suwarma, I. R. (2017). Profile of Students' Mental Model Change on Law Concepts Archimedes as Impact of Multi-Representation Approach. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012101>
- Tanahoung, C., Chitaree, R., Soankwan, C., Sharma, M. D., & Johnston, I. D. (2009). The effect of Interactive Lecture Demonstrations on students' understanding of heat and temperature: A study from Thailand. *Research in Science and Technological Education*, 27(1). <https://doi.org/10.1080/02635140802658909>
- Taufiq, M., Suhandi, A., & Liliawati, W. (2017). *Effect of science magic applied in interactive lecture demonstrations on conceptual understanding*. *AIP Conference Proceedings*, 1868. <https://doi.org/10.1063/1.4995183>
- Tümay, H. (2014). *Prospective chemistry teachers' mental models of vapor pressure*. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(3), 366–379. <https://doi.org/10.1039/c4rp00024b>
- Wang, C. Y., & Barrow, L. H. (2011). *Characteristics and Levels of Sophistication: An Analysis of Chemistry Students' Ability to Think with Mental Models*. *Research in Science Education*, 41(4), 561–586. <https://doi.org/10.1007/s11165-010-9180-7>
- Wattanakasiwich, P., Khamcharean, C., Taleab, P., & Sharma, M. (2012). *Interactive lecture demonstration in thermodynamics*. *Am. J. Phys. Educ.*, 6(4). <http://www.lajpe.org>
- Wilson, F. R., Pan, W., & Schumsky, D. A. (2012). *Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio*. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 45(3), 197–210. <https://doi.org/10.1177/0748175612440286>
- Zacharia. (2005). *The Impact of Interactive Computer Simulations on The Nature and Quality of ost Graduate Science teachers' Explanations in Physics*. *International Journal of Science Education*, 27(14), 1741–1767.



Zimrot, R., & Ashkenazi, G. (2007). *Interactive lecture demonstrations: A tool for exploring and enhancing conceptual change*. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(2). <https://doi.org/10.1039/B6RP90030E>

Zulfikar, A., Girsang, D. Y., Saepuzaman, D., & Samsudin, A. (2017). *Analyzing educational university students' conceptions through smartphone based PDEODE\*E tasks on magnetic field in several mediums*. *AIP Conference Proceedings*, 1848. <https://doi.org/10.1063/1.4983963>