

**PENGEMBANGAN RAGAM MEDIA VISUAL (*REAL* DAN *VIRTUAL*)  
UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA BERORIENTASI KONSTRUKSI  
DAN REKONSTRUKSI KONSEPSI SERTA PERBAIKAN MODEL  
MENTAL PESERTA DIDIK SMA**

**TESIS**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Magister  
Pendidikan Program Studi Pendidikan IPA



**Oleh**

**Ananda Hafizhah Putri**

**NIM. 2109582**

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

**BANDUNG**

**2023**

PENGEMBANGAN RAGAM MEDIA VISUAL (*REAL* DAN *VIRTUAL*)  
UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA BERORIENTASI KONSTRUKSI DAN  
REKONSTRUKSI KONSEPSI SERTA PERBAIKAN MODEL MENTAL  
PESERTA DIDIK SMA

LEMBAR HAK CIPTA

Oleh

Ananda Hafizhah Putri

Sebuah tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Pendidikan IPA (M.Pd.) pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam

© Ananda Hafizhah Putri

Universitas Pendidikan Indonesia

Januari 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGEMBANGAN RAGAM MEDIA VISUAL (*REAL* DAN *VIRTUAL*)  
UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA BERORIENTASI KONSTRUKSI  
DAN REKONSTRUKSI KONSEPSI SERTA PERBAIKAN MODEL  
MENTAL PESERTA DIDIK SMA**

Oleh:  
**Ananda Hafizhah Putri**  
NIM. 2109582

**TESIS**

**Disetujui Oleh:**

Pembimbing I



**Prof. Dr. Andi Suhandi, M.Si., S.Pd**  
NIP. 169608171994031003

Pembimbing II



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

Penguji I



**Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si**  
NIP. 196807031992032001

Penguji II



**Dr. Eka Cahya Prima, M.T**  
NIP. 199006262014041001

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA



**Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si**  
NIP. 196807031992032001

## UCAPAN TERIMAKASIH

Bismillahirrahmaanirrahiim.

Alhamdulillah rabbil'alamiin adalah kalimat pertama dan utama yang penulis patut ucapkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas karunia-Nya dan nikmat-Nya yang tak terhitung terkhusus berbagai petunjuk-Nya serta pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tesis ini. Shalawat serta salam senantiasa penulis ucapkan kepada kekasih-Nya, Muhammad Rasulullah Shalallahu 'alaihi wa Sallam. Selain itu, penulis ingin mengucapkan *Jazaakumullah Khayran* kepada:

1. Prof. Dr. Andi Suhandi, M.Si., S.Pd selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing 1 yang telah memberikan curahan terbaik dalam pemikiran, waktu, maupun energi untuk terus membimbing, mendorong, mengarahkan, serta memotivasi penulis agar dapat memberikan karya terbaik dalam penelitian tesis ini serta memberikan contoh integritas yang sangat baik sebagai insan intelektual.
2. Dr. Achmad Samsudin, M.Pd selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu mendorong, memotivasi, dan mengarahkan penulis untuk tetap produktif selama perkuliahan dan penyelesaian penelitian tesis ini. Begitu banyak nilai-nilai kehidupan yang beliau ajarkan kepada penulis. Semoga penulis senantiasa diberi kemudahan untuk mengambil setiap pelajaran berharga yang ingin beliau ajarkan.
3. Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA, Ibu Prof. Dr. Ida Kaniawati, M.Si yang telah memfasilitasi begitu banyak kemudahan studi dan memberikan arahan sehingga penulis bisa menyelesaikan studi di Program Studi Magister Pendidikan IPA dengan baik dan tepat waktu.
4. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si dan Dr. Firmanul Catur Wibowo, M.Pd yang telah berkenan meluangkan waktu untuk menjadi validator dan memberikan masukan berharga pada pengembangan media pada tesis ini.
5. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh pendidikan Magister hingga Doktoral di FPMIPA UPI dalam skema beasiswa PMDSU.
6. Seluruh laboran dan pihak-pihak yang sering menetap di Bengkel Media FPMIPA UPI, terkhusus Bapak Rudi yang banyak membantu penulis dalam pengembangan media *real* serta memberikan arahan, motivasi, dan nasihat baik dalam hal akademik maupun kehidupan yang lebih luas. Terimakasih atas warna-warni kehidupan yang

diberikan dalam hari-hari pengembangan media yang peneliti lakukan di ruangan *workshop*.

7. Kang Bayu Eka Putra, S.Pd dan Hani Nur Azizah, S.Pd yang telah berkenan untuk menjadi validator ahli dari pihak pendidik Fisika SMA pada penelitian tesis ini.
8. Orang tua penulis, Ibunda Parianum Matondang, S.Pd dan Ayahanda Drs. Ahmad Rajiun Nst yang telah memberikan begitu banyak dukungan, motivasi, doa, cinta, dan kasih sayang yang tidak terhingga demi kelancaran penelitian tesis ini yang tidak sanggup penulis membalasnya.
9. Fitria Dana Al Fatihah, S.Pd selaku sahabat penulis yang telah berkenan menjadi *observer* pembelajaran pada penelitian ini dan memberikan banyak dukungan bahkan kontribusi moril maupun materil dalam pengembangan media dalam tesis ini, serta telah bersedia menjadi pihak yang membersamai penulis kala suka duka menghampiri di masa penelitian ini. Terimakasih telah membantu penulis dalam belajar menyeimbangkan kehidupan akademik dan personal secara proporsional.
10. Teh Mutia Hardika, S.Pd yang telah berkenan meluangkan waktu untuk menjadi *observer* pada pelaksanaan pembelajaran pada penelitian tesis ini sekaligus telah menjadi tetangga kosan yang memberikan dukungan moril kepada peneliti untuk bisa menyelesaikan penelitian tesis dengan baik.
11. Andita Khairunnisa yang telah memberikan arahan teknis kepada penulis dalam pengembangan media serta berkenan menjadi *observer* pembelajaran dalam penelitian tesis ini.
12. Seluruh teman-teman *Awardee* Beasiswa PMDSU UPI Batch VI yang telah menjadi tempat bertukar semangat dan inspirasi selama masa studi, terkhusus Putri Amelia Sholihah, S.Pd dan Kak Nurlaila Hayati, S.Pd yang telah bersedia berdiskusi dengan penulis pada beberapa bagian dalam penelitian tesis ini. Semoga seluruh *Awardee* diberikan kelancaran dan kesehatan jiwa raga dalam penyelesaian masa studi.
13. Seluruh peserta didik kelas XII IPA 1 dan XII IPA 2 di sekolah tempat penelitian ini dilaksanakan karena sudah berkenan bahkan antusias dalam mengikuti pembelajaran pada penelitian tesis ini.

Seluruh pihak yang telah membantu secara tidak langsung dalam menyelesaikan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dengan balasan yang lebih baik.

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah 'ala Kulli Haal, rasa syukur tercurah kepada Allah subbhanahu wa ta'ala yang Maha Pengasih dan Penyayang, karena berkat Rahmat dan Karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Pengembangan Ragam Media Visual (*Real* dan *Virtual*) untuk Pembelajaran Fisika Berorientasi Konstruksi dan Rekonstruksi Konsepsi serta Perbaikan Model Mental Peserta Didik SMA” ini guna menyelesaikan dan memenuhi sebagian tugas akhir dalam memperoleh gelar Magister Pendidikan pada Program Studi Pendidikan IPA Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari kelemahan dan keterbatasan yang ada dalam penyelesaian tesis ini serta banyaknya dukungan moril dan materil yang penulis peroleh dari berbagai pihak, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-sebarnya. Tesis ini menginformasikan pengembangan ragam media visual (*real* dan *virtual*) serta efektivitasnya terhadap konstruksi-rekonstruksi konsepsi dan perbaikan model mental peserta didik SMA. Semoga hasil penelitian tesis ini dapat menambah referensi ilmiah pengembangan media dan pembelajaran Fisika.

Penulis menyadari bahwa dalam tesis ini masih memuat banyak kekurangan baik secara isi maupun penyusunannya, sehingga penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan karya selanjutnya. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi peneliti dan praktisi pembelajaran serta penelitian IPA pada umumnya, dan Fisika khususnya.

Bandung, Januari 2023

Ananda Hafizhah Putri

**PENGEMBANGAN RAGAM MEDIA VISUAL (REAL DAN VIRTUAL)  
UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA BERORIENTASI KONSTRUKSI  
DAN REKONSTRUKSI KONSEPSI SERTA PERBAIKAN MODEL  
MENTAL PESERTA DIDIK SMA**

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan produk ragam media visual (real dan virtual) yang valid dan efektif dalam memfasilitasi konstruksi-rekonstruksi konsepsi dan perbaikan model mental peserta didik SMA. Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan ADDIE. Analisis kebutuhan pengembangan media dilakukan dengan melakukan revidu terhadap berbagai media visual yang digunakan dalam pembelajaran Fisika. Desain pengembangan media dilakukan dengan pembuatan *story board* baik untuk video, analogi dinamik, maupun model mikroskopik. Tahap pengembangan dilakukan dengan pembuatan rancangan media ke dalam format akhir media dan kemudian divalidasi oleh 4 orang validator ahli. Saran dan rekomendasi validator juga digunakan untuk perbaikan kualitas ragam media visual. Implementasi ragam media visual dilakukan terhadap 25 peserta didik kelas XII di salah satu SMA di Kota Bandung. Instrumen pada penelitian ini menggunakan tes level konsepsi dalam bentuk 4 butir soal *four tier test*, test identifikasi level pemahaman dengan bentuk 12 butir soal uraian, serta 13 butir skala sikap peserta didik terhadap ragam media visual dan penerapannya dalam pembelajaran. Setelah mengikuti pembelajaran *Constructivism Teaching Sequence* dengan penggunaan ragam media visual, ditemukan hasil efektivitas ragam media visual terhadap konstruksi-rekonstruksi konsepsi peserta didik dengan kategori tinggi pada konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber GGL dan kategori sedang pada konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber Beda Potensial, Hambatan Listrik, dan Rangkaian Paralel Penghambat Listrik. Adapun efektivitas ragam media visual terhadap perubahan model mental peserta didik berada pada kategori tinggi pada konsep GGL, Hambatan Listrik, Rangkaian Seri Penghambat Listrik, dan Rangkaian Paralel Penghambat Listrik. Pencapaian konstruksi-rekonstruksi dan perubahan model mental peserta didik didukung dengan sikap positif mayoritas peserta didik terhadap ragam media visual yang dikembangkan begitupun penerapannya pada pembelajaran.

**Kata kunci:** ragam media visual, level konsepsi, model mental, pembelajaran konstruktisme

# **DEVELOPING VARIETY OF VISUAL MEDIA (REAL AND VIRTUAL) FOR PHYSICS LEARNING ORIENTED CONCEPTUAL CONSTRUCTION-RECONSTRUCTION AND MENTAL MODELS IMPROVEMENT FOR HIGH SCHOOL STUDENTS**

## **ABSTRACT**

This study aims to develop a variety of visual media products (real and virtual) that are valid and effective in facilitating conceptual constructions and improving the mental models of high school students. This development research uses the ADDIE development model. Analysis of media development needs is carried out by conducting a review of various visual media used in learning Physics. Media development design is carried out by making story boards for videos, dynamic analogies, and microscopic models. The development stage is carried out by making the media design into the final media format and then being validated by 4 expert validators. The validator's suggestions and recommendations are also used to improve the quality of various visual media. The implementation of a variety of visual media was carried out on 25 class XII students at a high school in the city of Bandung. The instrument in this study used a conception level test in the form of 4 four-tier test items, an understanding level identification test in the form of 12 description questions, and a 13-item attitude scale of students towards a variety of visual media and their application in learning. After participating in the Constructivism Teaching Sequence lesson using a variety of visual media, it was found the results of the effectiveness of a variety of visual media on the constructions of students' conceptions in the high category on the concept of Battery Function as a Source of EMF and the medium category on the concept of Battery Function as a Source of Potential Difference, Electrical Resistance, and Electrical Resistor Parallel Circuits. The effectiveness of various visual media for changing students' mental models is in the high category in the concept of GGL, Electrical Resistance, Series of Electrical Resistances, and Parallel Circuits of Electrical Resistances. The achievement of constructions and changes in students' mental models is supported by the positive attitude of the majority of students towards the variety of visual media that have been developed as well as their application to learning.

**Keywords** : constructivism learning, mental model, the level of conceptions, visual media



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT .....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian .....	8
D. Batasan Masalah .....	8
E. Manfaat Penelitian .....	9
F. Definisi Operasional.....	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	12
A. Konsep dan Konsepsi.....	12
1. Identifikasi Perubahan Level Konsepsi.....	14
2. Konstruksi dan Rekonstruksi Konsepsi.....	14
3. <i>Conceptual Change Approach</i> .....	17
4. Pendekatan <i>Tetrahedral-Zone Proximal Development</i> .....	19
B. Model Mental.....	23
C. Ragam Media Visual.....	25
1. Tiga Representasi dalam Fisika .....	25
2. Ragam Media Visual untuk Tiga Representasi Konsep Fisika.....	29
a. Media Video .....	29
b. Analogi Dinamik.....	30
c. Model Mikroskopik.....	34
D. Model Pembelajaran <i>Constructivist Teaching Sequence (CTS)</i> .....	40
E. Matriks Hubungan Penerapan Ragam Media Visual dalam Pembelajaran CTS terhadap Konstruksi-Rekonstruksi Konsepsi dan Perbaikan Model Mental .....	42

F. Karakteristik Materi Fungsi Baterai dan Rangkaian Hambatan serta Potensi Miskonsepsi .....	43
G. Kerangka Pikir Penelitian .....	47
BAB III METODE PENELITIAN .....	50
A. Metoda dan Desain Penelitian .....	50
B. Populasi dan Sampel Penelitian.....	51
C. Alur Penelitian .....	51
D. Instrumen Penelitian .....	56
E. Analisis Instrumen Penelitian.....	57
F. Analisis Data Penelitian .....	69
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	76
A. HASIL PENELITIAN.....	76
1. Tahap Analisis .....	76
a. Wawancara Terstruktur terhadap Guru Fisika SMA .....	76
b. Studi Literatur Penggunaan Media Pembelajaran dalam Penelitian Pendidikan IPA .....	76
c. Analisis Media pada Platform Digital Populer .....	79
2. Tahap Desain .....	82
3. Tahap Pengembangan.....	84
a. Hasil <i>Judgement</i> Kelayakan Ragam Media Visual.....	85
b. Hasil Reviu Kualitatif.....	89
c. Efektivitas Penerapan Ragam Media Visual pada Model Pembelajaran CTS terhadap Perubahan Model Mental Peserta Didik .....	85
4. Tahap Implementasi.....	91
5. Tahap Evaluasi .....	94
a. Efektivitas Penerapan Ragam Media Visual pada Model Pembelajaran CTS terhadap Perubahan Level Konsepsi Peserta Didik .....	94
b. Efektivitas Penerapan Ragam Media Visual pada Model Pembelajaran CTS terhadap Perbaikan Model Mental Peserta Didik .....	101
c. Tanggapan Peserta Didik terhadap Pembelajaran Menggunakan Ragam Media Visual .....	118
B. PEMBAHASAN	
1. Karakteristik Ragam Media Visual.....	120
2. Pencapaian Konsepsi Ilmiah Peserta Didik.....	122
3. Perbaikan Model Mental Peserta Didik .....	134

4. Tanggapan Peserta Didik terhadap Implementasi Ragam Media Visual....	137
BAB V KESIMPULAN, REKOMENDASI, DAN IMPLIKASI.....	139
A. KESIMPULAN.....	139
B. REKOMENDASI.....	140
C. IMPLIKASI .....	140
REFERENSI.....	141

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Fungsi Baterai dan Hambatan Listrik .....	3
Tabel 1.2 Kategori Model Mental Peserta Didik pada beberapa Konsep di Listrik Arus Searah .....	4
Tabel 2.1 Metode Evaluasi Model Mental .....	24
Tabel 2.2 Analogi pada Materi Rangkaian Listrik Arus Searah .....	33
Tabel 2.3 Matriks Hubungan Antar Variabel .....	42
Tabel 2.4 Aspek makroskopik, mikroskopik, dan potensi miskonsepsi pada materi Fungsi Baterai dan Rangkaian Hambatan Listrik.....	43
Tabel 3.1 Instrumen Penelitian.....	66
Tabel 3.2 Kriteria nilai MNSQ dan ZSTD .....	57
Tabel 3.3 Validitas butir instrumen four tier .....	58
Tabel 3.4 Hasil Validasi Isi Instrumen <i>Four Tier</i> .....	58
Tabel 3.5 Validitas butir instrumen tes uraian.....	59
Tabel 3.6 Hasil Validasi Isi Instrumen Tes Uraian.....	59
Tabel 3.7 Interpretasi nilai <i>person reliability</i> dan <i>item reliability</i> .....	60
Tabel 3.8 Interpretasi nilai <i>Cronbach Alpha</i> .....	60
Tabel 3.9 Kategori Tingkat Kesukaran Butir Soal Instrumen <i>Four Tier Test</i> .....	64
Tabel 3.10 Interpretasi Tingkat Kesukaran Butir Soal Instrumen <i>Four Tier Test</i> .....	64
Tabel 3.11 Kategori Tingkat Kesukaran Butir Soal Uraian.....	66
Tabel 3.12 Interpretasi Tingkat Kesukaran Butir Soal Uraian.....	66
Tabel 3.13 Interpretasi nilai PTMEASURE-AL COOR.....	67
Tabel 3.14 Interpretasi Daya Pembeda tiap Butir Soal Instrumen <i>Four Tier Test</i> .....	67
Tabel 3.15 Interpretasi Daya Pembeda tiap Butir Soal Instrumen Tes Uraian.....	68
Tabel 3.16 Kriteria Kelayakan Media .....	69
Tabel 3.17 Kategori dan Skor Konsepsi pada Four-tier Test.....	70
Tabel 3.18 Rubrik penskoran tes pemahaman konsep untuk pertanyaan dengan jawaban deskripsi verbal .....	71
Tabel 3.19 Rubrik Penskoran Jawaban Respon Gambar pada Pertanyaan 3 (P3).....	72
Tabel 3.20 Rubrik Penentuan Model Mental Peserta Didik .....	72
Tabel 3.21 Kategori Perbaikan Model Mental .....	73

Tabel 3.22 Kriteria Efektivitas Ragam Media Visual dalam Pembelajaran Fisika terhadap Konstruksi-Rekonstruksi Konsepsi dan Perbaikan Model Mental Peserta Didik .....	74
Tabel 3.23 Kriteria Jumlah Responden terhadap Suatu Tanggapan .....	75
Tabel 4.1 Penelitian Terdahulu tentang Media Pembelajaran pada Materi Listrik Arus Searah.....	77
Tabel 4.2 Hasil Kajian Media Visual pada Materi Listrik Arus Searah.....	79
Tabel 4.3 Aktivitas Perancangan Media Video Rekaman .....	82
Tabel 4.4 Kelayakan Ragam Media Visual (Fungsi Baterai) dalam Aspek Media.....	85
Tabel 4.5 Kelayakan Ragam Media Visual (Konsep Hambatan) dalam Aspek Media....	86
Tabel 4.6 Kelayakan Ragam Media Visual (Fungsi Baterai) dalam Aspek Kemudahan Akses .....	87
Tabel 4.7 Kelayakan Ragam Media Visual (Konsep Hambatan) dalam Aspek Kemudahan Akses .....	87
Tabel 4.8 Kelayakan Ragam Media Visual (Fungsi Baterai) dalam Aspek Kesesuaian Konten .....	88
Tabel 4.9 Kelayakan Ragam Media Visual (Konsep Hambatan Listrik) dalam Aspek Kesesuaian Konten .....	88
Tabel 4.10 Reviu Kualitatif dan Perbaikan Ragam Media Visual .....	89
Tabel 4.11 Keterlaksanaan Pembelajaran pada Pertemuan Pertama.....	92
Tabel 4.12 Keterlaksanaan Pembelajaran pada Pertemuan Kedua .....	93
Tabel 4.13 Sebaran Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber Beda Potensial.....	94
Tabel 4.14 Jumlah peserta didik yang mengalami konstruksi dan rekonstruksi pada konsep fungsi baterai sebagai sumber beda potensial .....	95
Tabel 4.15 Sebaran Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber GGL .....	96
Tabel 4.16 Jumlah peserta didik yang mengalami konstruksi dan rekonstruksi pada konsep fungsi baterai sebagai sumber GGL .....	97
Tabel 4.17 Sebaran Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Hambatan Listrik .....	98
Tabel 4.18 Jumlah peserta didik yang mengalami konstruksi dan rekonstruksi pada konsep hambatan listrik .....	99
Tabel 4.19 Sebaran Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik.....	100

Tabel 4.20 Jumlah peserta didik yang mengalami konstruksi dan rekonstruksi pada konsep rangkaian paralel penghambat listrik .....	101
Tabel 4.21 Distribusi Model Mental Peserta Didik tentang Konsep GGL.....	101
Tabel 4.22 Akumulasi Peserta Didik berdasarkan Kategori Perubahan Model Mental pada Konsep GGL.....	105
Tabel 4.23 Distribusi Model Mental Peserta Didik tentang Konsep Hambatan Listrik .	106
Tabel 4.24 Akumulasi Peserta Didik berdasarkan Kategori Perubahan Model Mental pada Konsep Hambatan Listrik .....	109
Tabel 4.25 Distribusi Model Mental Peserta Didik tentang Konsep Rangkaian Seri Penghambat Listrik .....	110
Tabel 4.26 Akumulasi Peserta Didik berdasarkan Kategori Perubahan Model Mental pada Konsep Rangkaian Seri Penghambat Listrik.....	113
Tabel 4.27 Distribusi Model Mental Peserta Didik tentang Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik .....	114
Tabel 4.28 Akumulasi Peserta Didik berdasarkan Kategori Perubahan Model Mental pada Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik .....	117
Tabel 4.29 Persentase Tanggapan Peserta Didik dalam Skala Sikap.....	118

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Alur Perubahan Konsepsi yang Dapat Terjadi pada Peserta Didik .....	16
Gambar 2.2 Proses Asimilasi dan Akomodasi Konsepsi Baru oleh Peserta Didik .....	17
Gambar 2.3 Bagan Penerapan ZPD pada Pembelajaran Sains .....	18
Gambar 2.4 Pendekatan Trigonal Johnstone .....	19
Gambar 2.5 Pendekatan Berorientasi Struktur Barke dan Engida .....	21
Gambar 2.6 Pendekatan Tetrahedral Mahaffy .....	21
Gambar 2.7 Pendekatan Tetrahedral-ZPD .....	23
Gambar 2.8 Hubungan antara Model Mental dengan Tiga Level Representasi .....	25
Gambar 2.9 Analogi untuk Rangkaian Listrik Searah .....	28
Gambar 2.10 <i>The Rope Model</i> .....	37
Gambar 2.11 <i>The Nail-Board Model</i> .....	38
Gambar 2.12 <i>The Water-Flow Model</i> .....	39
Gambar 2.13 Struktur Dasar CTS .....	40
Gambar 2.14 Pandangan Konstruktivis terhadap Proses Pembelajaran .....	42
Gambar 2.15 Kerangka Pikir Penelitian .....	49
Gambar 3.1 Konsep ADDIE .....	50
Gambar 3.2 Desain <i>one group pretest-posttest</i> .....	53
Gambar 3.3 Prosedur Penelitian .....	55
Gambar 3.4 <i>Output item coloumn: fit order</i> untuk analisis <i>four tier</i> .....	57
Gambar 3.5 <i>Output item coloumn: fit order</i> untuk analisis tes uraian .....	59
Gambar 3.6 Nilai <i>person reliability</i> dan <i>Cronbach alpha instrument four tier</i> .....	61
Gambar 3.7 Nilai <i>item reliability instrument four tier</i> .....	61
Gambar 3.8 Nilai <i>item reliability instrument tes uraian</i> .....	61
Gambar 3.9 Nilai <i>person reliability</i> dan <i>Cronbach alpha instrument tes uraian</i> .....	62
Gambar 3.10 Variable (Wright) maps instrumen <i>four tier</i> .....	63
Gambar 3.11 <i>Output Table Item: Measure</i> untuk instrumen <i>four tier</i> .....	64
Gambar 3.12 Variable (Wright) maps instrumen tes uraian .....	65
Gambar 3.13 <i>Output Table Item: Measure</i> untuk instrumen tes uraian .....	66
Gambar 3.14 Nilai <i>point-measue correlation (PTMEASURE-AL COOR)</i> instrumen <i>four tier</i> .....	67
Gambar 3.15 Nilai <i>point-measure correlation (PTMEASURE-AL COOR)</i> tes uraian .....	68
Gambar 3.16 Tingkat perubahan konsepsi yang dapat terjadi pada peserta didik .....	70

Gambar 3.17 Kondisi Kemungkinan Perubahan Model Mental Peserta Didik.....	73
Gambar 4.1 Rancangan Model Mikroskopik Fungsi Baterai.....	83
Gambar 4.2 Sampel <i>Storyboard</i> Analogi Dinamik.....	84
Gambar 4.3 Rancangan Awal Animasi Model Mikroskopik.....	84
Gambar 4.4 Pola Perubahan Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber Beda Potensial.....	95
Gambar 4.5 Pola Perubahan Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Fungsi Baterai sebagai Sumber GGL.....	97
Gambar 4.6 Pola Perubahan Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Hambatan Listrik.....	98
Gambar 4.7 Pola Perubahan Level Konsepsi Peserta Didik pada Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik.....	100
Gambar 4.8 Pola Perubahan Model Mental Peserta Didik tentang Konsep GGL.....	102
Gambar 4.9 Jawaban S10 tentang Konsep GGL (Kategori <i>Initial</i> ).....	103
Gambar 4.10 Jawaban S10 tentang Konsep GGL (Kategori <i>Scientific</i> ).....	103
Gambar 4.11 Jawaban S7 tentang Konsep GGL (Kategori <i>Initial</i> ).....	103
Gambar 4.12 Jawaban S7 tentang Konsep GGL (Kategori <i>Synthetic</i> ).....	104
Gambar 4.13 Jawaban S14 tentang Konsep GGL (Kategori <i>Initial</i> ).....	104
Gambar 4.14 Jawaban S14 tentang Konsep GGL (Kategori <i>Initial</i> ).....	104
Gambar 4.15 Pola Perubahan Model Mental Peserta Didik tentang Konsep Hambatan Listrik.....	106
Gambar 4.16 Jawaban S13 tentang Konsep Hambatan Listrik (Kategori <i>Initial</i> ).....	107
Gambar 4.17 Jawaban S13 tentang Konsep Hambatan Listrik (Kategori <i>Scientific</i> ).....	107
Gambar 4.18 Jawaban S7 tentang Konsep Hambatan Listrik (Kategori <i>Initial</i> ).....	108
Gambar 4.19 Jawaban S7 tentang Konsep Hambatan Listrik (Kategori <i>Synthetic</i> ).....	108
Gambar 4.20 Jawaban S11 tentang Konsep Hambatan Listrik (Kategori <i>Initial</i> ).....	108
Gambar 4.21 Jawaban S11 tentang Konsep Hambatan Listrik (Kategori <i>Initial</i> ).....	109
Gambar 4.22 Pola Perubahan Model Mental Peserta Didik tentang Konsep Rangkaian Seri Penghambat Listrik.....	110
Gambar 4.23 Jawaban S10 tentang Konsep rangkaian Seri Penghambat Listrik (Kategori <i>Initial</i> ).....	111
Gambar 4.24 Jawaban S10 tentang Konsep rangkaian Seri Penghambat Listrik (Kategori <i>Scientific</i> ).....	111
Gambar 4.25 Jawaban S8 tentang Konsep rangkaian Seri Penghambat Listrik (Kategori <i>Initial</i> ).....	112



Gambar 4.26 Jawaban S8 tentang Konsep rangkaian Seri Penghambat Listrik (Kategori <i>Synthetic</i> ) .....	112
Gambar 4.27 Jawaban S25 tentang Konsep rangkaian Seri Penghambat Listrik (Kategori <i>Initial</i> ) .....	113
Gambar 4.28 Jawaban S25 tentang Konsep rangkaian Seri Penghambat Listrik (Kategori <i>Initial</i> ) .....	113
Gambar 4.29 Pola Perubahan Model Mental Peserta Didik tentang Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik .....	115
Gambar 4.30 Jawaban S5 tentang Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik (Kategori <i>Scientific</i> ) .....	115
Gambar 4.31 Jawaban S14 tentang Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik (Kategori <i>Initial</i> ) .....	116
Gambar 4.32 Jawaban S14 tentang Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik (Kategori <i>Synthetic</i> ) .....	116
Gambar 4.33 Jawaban S14 tentang Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik (Kategori <i>Initial</i> ) .....	117
Gambar 4.34 Jawaban S14 tentang Konsep Rangkaian Paralel Penghambat Listrik (Kategori <i>Initial</i> ) .....	117
Gambar 4.35 Karakteristik Ragam Media Visual yang Dikembangkan .....	122
Gambar 4.36 Persentase Peserta Didik yang Mengalami Konstruksi dan Rekonstruksi pada Seluruh Konsep yang Diuji .....	123
Gambar 4.37 Jawaban S2 pada LKPD tentang fungsi baterai sebagai sumber beda potensial .....	128
Gambar 4.38 Jawaban S4 dan S21 pada LKPD tentang fungsi baterai sebagai sumber GGL.....	129
Gambar 4.39 Jawaban S14 pada LKPD tentang penghambatan elektron pada konduktor .....	129
Gambar 4.40 Jawaban S22 pada LKPD tentang penghambatan elektron pada konduktor .....	130
Gambar 4.41 Jawaban S5 pada LKPD tentang rangkaian parallel penghambat listrik ..	130
Gambar 4.42 Jawaban S8 pada LKPD tentang rangkaian parallel penghambat listrik ..	130
Gambar 4.43 Model Teoretis perubahan konseptual di pembelajaran Fisika .....	133
Gambar 4.44 Persentase Peserta Didik yang Mengalami Perubahan Model Mental pada Seluruh Konsep yang Diuji .....	134
Gambar 4.45 Visualisasi Model Baterai.....	135

Gambar 4.46 Visualisasi Penghambatan Elektron pada Penghambat Listrik .....	135
Gambar 4.47 Visualisasi Penghambatan Elektron pada Rangkaian Seri Penghambat Listrik.....	136
Gambar 4.48 Visualisasi Penghambatan Elektron pada Rangkaian Paralel Penghambat Listrik.....	136

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A (AKTIVITAS PADA TAHAP ANALISIS).....	148
LAMPIRAN B (INSTRUMEN PENELITIAN) .....	162
LAMPIRAN C (PERANGKAT PEMBELAJARAN).....	258
LAMPIRAN D (DATA PENELITIAN) .....	274
LAMPIRAN E (DOKUMENTASI PENELITIAN).....	283
LAMPIRAN F (ADMINISTRASI PENELITIAN).....	286

## Daftar Pustaka

- Abdulrahman, M. D., Faruk, N., Oloyede, A. A., Surajudeen-Bakinde, N. T., Olawoyin, L. A., Mejabi, O. V., ... & Azeez, A. L. (2020). Multimedia tools in the teaching and learning processes: A systematic review. *Heliyon*, 6(11), e05312.
- Alwan, A. A. (2011). Misconception of Heat and Temperature Among Physics Students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 600-614. DOI: 10.1016/j.sbspro.2011.02.074.
- Amrizaldi, A., Diantoro, M., & Wartono, W. (2014, October). Pengembangan tes diagnostik untuk memetakan model mental siswa kelas x sma/man materi suhu dan kalor. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)* (Vol. 3, pp. 27-31).
- Arikunto, S. & Safruddin A.J, Cepi. 2009. *Evaluasi Program Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara
- Arlego, M., Fanaro, M. D. L. Á., & Galante, L. (2021). Quantum physics from waves: An analogy-based approach for high school. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 43.
- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34:11, 1667-1686. DOI: 10.1080/09500693.2012.680618.
- Askell-Williams, H., Murray-Harvey, R., & Lawson, M. J. (2007). Teacher education students' reflections on how problem-based learning has changed their mental models about teaching and learning. *Teacher Educator*, 42(4), 237-263.
- Ayres, P. (2015). State-of-the-art research into multimedia learning: A commentary on Mayer's Handbook of Multimedia Learning. *Applied cognitive psychology*, 29(4), 631-636.
- Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. (2013). Middle-school science students' scientific modelling performances across content areas and within a learning progression. *International Journal of science education*, 35(2), 213-238.
- Borg, W., R. & Gall, M., D. (2003). *Educational Research: An Introduction*. Longmann
- Boublil, S., & Blair, D. (2022). Model experiments and analogies for teaching Einsteinian energy. *Physics Education*, 58(1), 015003.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: Springer.
- Broughton, S. H., Sinatra, G. M., & Reynolds, R. E. (2010). The nature of the refutation text effect: An investigation of attention allocation. *Journal of Educational Research*, 103, 407-423.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010a). Development and Application of a Three-Tier Diagnostic Test to Assess Secondary Students' Understanding of Waves. *International Journal of Science Education*, 32:7, 939-961.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010b). Do Students Know What They Know and What They Don't Know? Using a Four-Tier Diagnostic Test to Assess the

Ananda Hafizhah Putri, 2023

**PENGEMBANGAN RAGAM MEDIA VISUAL (REAL DAN VIRTUAL) UNTUK PEMBELAJARAN FISIKA BERORIENTASI KONSTRUKSI DAN REKONSTRUKSI KONSEPSI SERTA PERBAIKAN MODEL MENTAL PESERTA DIDIK SMA**

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

- Nature of Students' Alternative Conceptions. *Research Science Education*, 40:313–337.
- Celik, H., Kirindi, T., & KOTAMAN, Y. A. (2020). The effect of the computer-based analogy used in science teaching on learning outcomes. *Journal of Turkish Science Education*, 17(1), 73-93.
- Chiu, M. H., & Lin, J. W. (2019). Modeling competence in science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-11.
- Coll, R. K. (2008). *Chemistry Learners' Preferred Mental Models for Chemical Bonding*. *Journal of Turkish Science Education (TUSED)*, 5(1). 22-47
- Coştu, B., Suhandi, A., Hermita, N., Samsudin, A., & Maftuh, B. (2017). Effectiveness of Visual Multimedia Supported Conceptual Change Texts on Overcoming Students' Misconception About Boiling Concept. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 16, 1012-1022.
- Crawford, B. A., & Cullin, M. J. (2004). Supporting prospective teachers' conceptions of modelling in science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1379-1401.
- Daniati, S., Djudin, T., & Hamdani, H. (2018). Miskonsepsi Siswa Pada Materi Listrik Statis Di Kelas XII SMA Negeri 9 Pontianak. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 7(1).
- Desianna, I., Nugroho, S. E., & Ellianawati, E. (2019). Phenomenon of buying and selling as bridging analogy of learning work and energy. *Physics Communication*, 3(1), 10-20.
- Djamas, D., & Tinedi, V. (2021). Development of interactive multimedia learning materials for improving critical thinking skills. In *Research anthology on developing critical thinking skills in students* (pp. 507-525). IGI Global.
- Diakidoy, I. N., Mouskounti, T., Fella, A., & Ioannides, C. (2016). Comprehension processes and outcomes with refutation and expository texts and their contribution to learning. *Learning and Instruction*, 41, 60–69.
- Dick and Carrey. (1996). *The systematic design of instruction*. New York: Harper Collin Publishers
- Ellianawati, E., Subali, B., Khotimah, S. N., Cholila, M., & Darmahastuti, H. (2021). Face to Face Mode vs. Online Mode: A Discrepancy in Analogy-Based Learning During COVID-19 Pandemic. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 368-377.
- Eshach, H., Lin, T. C., & Tsai, C. C. (2018). Misconception of Sound and Conceptual Change: A Cross-Sectional Study on Students' Materialistic Thinking of Sound. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(5), 664-684.
- Fabian, K., Topping, K. J., & Barron, I. G. (2018). Using mobile technologies for mathematics: effects on student attitudes and achievement. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1119-1139.
- Faizin, M. N., & Samsudin, A. (2018). The use of Virtual Analogy Simulation (VAS) in physics learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1013, No. 1, p. 012048). IOP Publishing.
- Fidan, M., & Tuncel, M. (2019). Integrating augmented reality into problem based learning: The effects on learning achievement and attitude in physics education. *Computers & Education*, 142, 103635.

- Fuhrmann, T., Bar, C., & Blikstein, P. (2020). Identifying Discrepant Events as a Strategy to Improve Critical Thinking About Scientific Models in a Heat Transfer Unit in Middle-School. *ICLS Proceedings*, 1031-1038
- Gadgil, S., Nokes-Malach, T. J., dan Chi, M. (2012). Effectiveness of Holistic Mental Model Confrontation in Driving Conceptual Change. *Learning and Instruction*, 22(1), 47-61.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gautier, C., Deutsch K., & Rebich, S. (2018). Misconceptions About the Greenhouse Effect. *Journal of Geoscience Education*, ISSN: 1089-9995
- Gurel, D. K., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students' Misconceptions in Science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(5), 989-1008
- Hake, R.R. (1998). Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66, 64–74.
- Hake, R.R. (1999). *Analyzing Change/ Gain Scores*. Dept. of Physics Indiana University. [Online]. Diakses dari [http:// www.physics.indiana.edu](http://www.physics.indiana.edu)
- Hanson, R., & Seheri-Jele, N. (2018). Assessing Conceptual Change Instruction Accompanied with Concept Maps and Analogies: A Case of Acid-Base Strengths, *Journal of Turkish Science Education*, 15(4), 55–64.
- 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.
- Hermita, N., Suhandi, A., Syaodih, E., Samsudin, A., Marhadi, H., Sapriadil, S., ... & Wibowo, F. C. (2018, May). Level conceptual change pre-service elementary teachers on electric current conceptions through visual multimedia supported conceptual change. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1013, No. 1, p. 012060). IOP Publishing.
- Hesti, R., Maknun, J., & Feranie, S. (2017, September). Text based analogy in overcoming student misconception on simple electricity circuit material. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 895, No. 1, p. 012146). IOP Publishing.
- Islami, D., Munawaroh, F., Hadi, W. P., & Wulandari, A. Y. R. (2018). Analisis miskonsepsi siswa pada mata pelajaran ipa materi listrik statis menggunakan four tier test. *Natural Science Education Research*, 1(2), 71-77.
- Irwandani., Umarella, S., Rahmawati, A., & Susilowati, N. E. (2019, February). Interactive multimedia lectora inspire based on problem based learning: development in the optical equipment. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1155, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Jan H. Van Driel & Nico Verloop (2002) Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education, *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272
- Jiang, T., Wang, S., Wang, J., & Ma, Y. (2018). Effect of different instructional methods on students' conceptual change regarding electrical resistance as

- viewed from a synthesized theoretical framework. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(7), 2771-2786.
- Johnson, A. M., Reisslein, J., & Reisslein, M. (2014). Representation sequencing in computer-based engineering education. *Computers & Education*, 72, 249-261.
- Jun-Young, O. H., Maeng, H. J., & SON, Y. A. (2020). Using teaching strategies of Model-Based Co-construction of pre-service elementary teachers about seasonal change. *Journal of Turkish Science Education*, 17(2), 253-270.
- Kaltakci-Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2017). Development and Application of A Four-Tier Test to Assess Pre-Service Physics Teachers' Misconceptions About Geometrical Optics. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 238-260.
- Kaniawati, I., Fratiwi, N. J., Danawan, A., Suyana, I., Samsudin, A., & Suhendi, E. (2019). Analyzing Students' Misconceptions about Newton's Laws through Four-Tier Newtonian Test (FTNT). *Journal of Turkish Science Education*, 16(1), 110-122. DOI: 10.12973/tused.10269a.
- Kania, Vianny Ismi. (2020). *Pengembangan Instrumen Four-Tier Diagnostic Test Greenhouse Effect (Ftdt-Ge) Untuk Mengidentifikasi Profil Model Mental Peserta Didik Smp Di Thailand* (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia.
- Kantarinata, D., Yulianti, L. & Mufti, N. (2018). Model Mental Fisika Peserta didik SMA dengan Experiential Learning. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*. 3(8), 1027-1031
- Koto, I., & Gusma, S. E. (2021). Using certainty response index to differentiate lack of knowledge and misconception about basic electrical concepts. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1731, No. 1, p. 012070). IOP Publishing.
- Körhasan, N. D., & Hıdır, M. (2019). How should textbook analogies be used in teaching physics?. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 010109.
- Küçüközer, H., & Kocakulah, S. (2008). Effect of simple electric circuits teaching on conceptual change in grade 9 physics course, *Journal of Turkish Science Education*, 5(1), 59-74.
- Loyens, S. M. M., Jones, S. H., Mikkers, J., & van Gog, T. (2015). Problem-based learning as a facilitator of conceptual change. *Learning and Instruction*, 38, 34-42.
- Manunure, K., Delserieys, A., & Castéra, J. (2020). The effects of combining simulations and laboratory experiments on Zimbabwean students' conceptual understanding of electric circuits. *Research in Science & Technological Education*, 38(3), 289-307.
- Mason, L. (1994). Cognitive and metacognitive aspects in conceptual change by analogy, *Instructional Science*, 22(3), 157-187.
- Matthews, Robert W; Matthews, Janice R; James, Joan K (2018). Insect Power Misconceptions: Moving the Classic Bess Beetle Sled-Pull, a Discrepant Event Activity, Beyond "Gee Whiz". *American Entomologist*, 64(2), 83-87.
- Mayer, R. E. (2017). Using multimedia for e-learning. *Journal of computer assisted learning*, 33(5), 403-423.
- Mulder, Y. G., Lazonder, A. W., & de Jong, T. (2015). Key characteristics of successful science learning: The promise of learning by modelling. *Journal of science education and technology*, 24(2), 168-177.



- Nadhiif, M. A., Diantoro, M., & Sutopo. (2015). Tes Isomorfik Berbasis Komputer untuk Diagnostik Miskonsepsi Diri pada Materi Gaya dan Hukum Newton. *Jurnal Pendidikan Sains*, Vol. 3, No. 2, Halaman 58–67. ISSN: 2442-3904
- Nasrudin, N., Agustina, I., Akrim, A., Ahmar, A. S., & Rahim, R. (2018). Multimedia educational game approach for psychological conditional. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(2.9), 78-81.
- National Research Council. (1997). *Science Teaching Reconsidered: A Handbook*. National Academies Press. Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/5287/science-teaching-reconsidered-ahandbook>
- Noftiana, Nasir, M., & Islami, N. (2019, November). Developmental scratch-based online learning media in dynamic electric dynamic topic to increase students concept understanding in students junior high school. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1351, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
- Nurzihmi, F., Samsudin, A., Kaniawati, I., & Pratiwi, N. J. (2018). Identifying SMM on momentum and impulse using two tier diagnostic test. *Journal of Physics: Conference Series* 1280 (2019) 052044 doi:10.1088/1742-6596/1280/5/052044
- Oliva, J. M., del Mar Aragón, M., & Cuesta, J. (2015). The competence of modelling in learning chemical change: a study with secondary school students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(4), 751-791.
- Onder-Celikkanli, N., & Tan, M. (2022). Determining Turkish high school students' misconceptions about electric charge imbalance by using a four-tier misconception test. *Physics Education*, 57(5), 055010.
- Prastyaningrum, I., & Pratama, H. (2019). Student conception of Ohm's law. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321, 022-028. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/2/022028>
- Podolefsky, N. S., & Finkelstein, N. D. (2006). Use of analogy in learning physics: The role of representations. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2(2), 020101.
- Podolefsky, N. S., & Finkelstein, N. D. (2007). Analogical scaffolding and the learning of abstract ideas in physics: An example from electromagnetic waves. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 3(1), 010109.
- Price, C. B., & Price-Mohr, R. (2019). PhysLab: a 3D virtual physics laboratory of simulated experiments for advanced physics learning. *Physics Education*, 54(3), 035006.
- Putri, A. H., Samsudin, A., & Suhandi, A. (2022). Exhaustive Studies before Covid-19 Pandemic Attack of Students' Conceptual Change in Science Education: A Literature Review. *Journal of Turkish Science Education*, 19(3). 808-829
- Priyadi, R., Parno, Diantoro, M. (2018). Kajian Literatur: Model Mental Dan Metode Evaluasinya. *Jurnal Pendidikan Sains (JPS)*, 6(2),70-75
- Rapp, N D. (2018). *Strategis and Strateging in Science Education: Theoretical Issues*. Part of the Models and Modeling in Science Education book series (MMSE, volume 1)



- Sahin, D., & Yilmaz, R. M. (2020). The effect of Augmented Reality Technology on middle school students' achievements and attitudes towards science education. *Computers & Education*, 144, 103710.
- Sevim, S. (2013). Promoting Conceptual Change in Science Which is More Effective: Conceptual Change Text or Analogy?, *Journal of Turkish Science Education*, 10(3), 24-36
- Samsudin, A., Fratiwi, N., Amin, N., Wiendartun, Supriyatma, Wibowo, F., Costu, B. (2018). Improving Students' Conceptions on Fluid Dynamics Through Peer Teaching Model with PDEODE (PTM-PDEODE). *Journal of Physics: Conference Series*, 1013 012040.
- Soeharto, S., Csapó, B., Sarimanah, E., Dewi, F. I., & Sabri, T. (2019). A review of students' common misconceptions in science and their diagnostic assessment tools. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 8(2), 247-266.
- 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.
- Suhandi, A., Samsudin, A., Suhendi, E., Hermita, N., Syamsiah, E. N., & Costu, B. (2020). Facilitating conceptual changes of high school students regarding concepts in static electricity and DC circuits through the use of VMSCDCCText. *Universal Journal of Educational Research*, 8(3), 815-822.
- Sumintono, B. dan Widhiarso, W. (2014). *Aplikasi Model Rasch untuk Penelitian Ilmu-ilmu Sosial*. Cimahi: Trimkom Publishing House
- Supriyatman, A. S., Rusli, A., & Rusdiana, D. (2014). The Profile of Student Physics Education Mental Model in Electricity and Magnetism Concepts Using Problem-solving Test. *International Journal of Science and Research*, 3(8), 2093-2097.
- Susantini, E., Faizah, U., Yonata, B., & Kurniasari, I. (2018, June). *Using instructional video to improve awareness of scientific approach in science classroom*. In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching (Vol. 19, No. 1, p. 1). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.
- Schwartz, D. L., Biswas, G., Bransford, J. D., Bhuva, B., Balac, T., & Brophy, S. (2020). *Computer tools that link assessment and instruction: Investigating what makes electricity hard to learn*. In *Computers as cognitive tools, volume two: No more walls* (pp. 273-307). Routledge.
- Tasquier, G., Levrini, O., & Dillon, J. (2016). Exploring students' epistemological knowledge of models and modelling in science: Results from a teaching/learning experience on climate change. *International Journal of Science Education*, 38(4), 539-563.
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual Change: A Discussion of Theoretical, Methodological and Practical Challenges for Science Education. *Cultural Studies of Science Education*, 297-328. DOI: 10.1007/s11422-008-9090-4.
- Trisniarti, M. D., Aminah, N. S., & Sarwanto, S. (2020, June). Profile of senior high school students' misconception in physics using need-based analysis. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1567, No. 3, p. 032072). IOP Publishing.

- Van Driel, J. H., & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International journal of science education*, 24(12), 1255-1272.
- Vosniadou, S. (2008). Conceptual change research: An introduction. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (pp. xiii–xxviii). Routledge.
- Wahyuningsih, T., Raharjo, T., & Masithoh, D. F. (2013). Pembuatan Instrumen Tes Diagnostik Fisika SMA Kelas XI. *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol.1, No.1, halaman 111. ISSN: 2338 – 0691.s
- Widayanti, Esti Yuli. (2013). *Keefektifan Konflik Kognitif dalam Demonstrasi Discrepant Event untuk Pembelajaran IPA di SD/ MI*. Laporan Penelitian Individual P3M STAIN Ponorogo
- Yuliati, L., Riantoni, C., & Mufti, N. (2018). Problem Solving Skills on Direct Current Electricity through Inquiry-Based Learning with PhET Simulations. *International Journal of Instruction*, 11(4), 123-138.
- Yuruk, N. dan Eroglu, P. (2016). The Effect of Conceptual Change Texts Enriched with Metaconceptual Processes on Pre-Service Science Teachers' Conceptual Understanding of Heat and Temperature. *Journal of Baltic Science Education*, 15(6), 693-705.