

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN MOMEN-AR TERHADAP  
KEMAMPUAN KOGNITIF DAN MODEL MENTAL SISWA SMA PADA  
MATERI PERPINDAHAN KALOR**

Tesis

*diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Program  
Studi Pendidikan Fisika*



Widia Linta Nurjanah (2208522)

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
BANDUNG  
2024**

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN MoMen-AR TERHADAP  
KEMAMPUAN KOGNITIF DAN MODEL MENTAL SISWA SMA PADA  
MATERI PERPINDAHAN KALOR**

TESIS

oleh

Widia Linta Nurjanah

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

© Widia Linta Nurjanah 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**WIDIA LINTA NURJANAH**

2208522

**PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN MoMen-AR TERHADAP  
KEMAMPUAN KOGNITIF DAN MODEL MENTAL SISWA SMA PADA  
MATERI PERPINDAHAN KALOR**

**DISETUJUI DAN DISAHKAN OLEH PEMBIMBING DAN PENGUJI**

**Pembimbing I  
Penguji I**



**Dr. Ika Mustika Sari, M.Pfis**  
NIP. 198308242009122004

**Pembimbing II  
Penguji II**



**Dr. Duden Saepuzaman, M.Pd, M.Si**  
NIP. 1985102320121212001

**Penguji III**



**Prof. Dr. Andi Suhandi, M.Si**  
NIP. 196908171994031003

**Penguji IV**



**Dr. Muslim, M.Pd**  
NIP. 196406061990031003

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika**



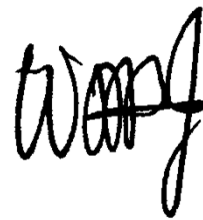
**Dr. Achmad Samsudin, M.Pd**  
NIP. 198310072008121004

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran MoMen-AR terhadap Kemampuan Kognitif dan Model Mental Siswa SMA Pada Materi Perpindahan Kalor” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 24 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Widia Linta Nurjanah  
NIM. 2208522

## UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang mana atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “Pengaruh Model Pembelajaran MoMen-AR terhadap Kemampuan Kognitif dan Model Mental Siswa SMA Pada Materi Perpindahan Kalor”. Selama proses penulisan tesis, penulis telah memperoleh banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. Ika Mustika Sari, M.PFis. selaku pembimbing I dan Dr. Duden Saepuzaman, M.Pd, M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, perbaikan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini;
2. Beasiswa Unggulan dan Pusat Layanan Pembiayaan Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah memberikan bantuan dana kuliah dan dana penelitian sehingga peneliti dapat menyelesaikan studi ini;
3. Dr. Taufik Ramlan Ramalis, M.Si., Drs. Dedi Sasmita, M.Si., Lina Aviyanti, Ph.D., Dr. Winny Liliawati, S.Pd., M.Si., Dr. Ahmad Aminudin, S.Si., M.Si., alm. Drs. Waslaluddin, M.T selaku dosen penilai instrumen dan media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian;
4. Dr. Achmad Samsudin, M.Pd selaku Kepala Program Studi Pendidikan Fisika yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kemudahan kepada penulis dalam menyelesaikan studi;
5. Prof. Dr. Andi Suhandi, M.Si dan Dr. Muslim, M.Pd Selaku penguji I dan penguji II atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis untuk memperbaiki isi dan kepenulisan tesis;
6. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Pendidikan Fisika, serta seluruh staf dan jajarannya yang senantiasa menginspirasi dan memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis;
7. Novianti, S.Pd dan Athif Naufal Mufid, S.Pd, Gr selaku guru dan Putri Amelia Sholihah, S.Pd, M.Pd selaku mahasiswa S3 sebagai penilai instrumen dan media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian;

8. Keluarga besar SMA Negeri 3 Ciamis khususnya kepada Bapak Aan Andriyansyah M.Pd., serta seluruh siswa XI F2 dan XI F7 yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian;
9. Ibu Imas, M.Pd, alm. Wasman, Bapak Evi Adi Hartono selaku orang tua tercinta dan Ibu Mimin Mintarsih selaku nenek tercinta yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, kasih sayang, dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan S2 ini;
10. Rifqi Fauzan dan Anindya Fauziah selaku adik tercinta yang telah memberikan semangat kepada penulis agar segera menyelesaikan studi;
11. Ghaida Prinisa Achmad S.Pd., Vivi Mardian S.Pd., Siska Dewi Aryani S.Pd., Andi Fauziah S.Pd., Irma Fitriarningsih, S.Pd selaku teman yang selalu mendukung untuk menyelesaikan studi ini;
12. Teman-teman Pendidikan Fisika angkatan 2022 yang telah memberikan dukungan dan motivasi untuk penulis;
13. Semua pihak yang membantu dalam penyelesaian tesis ini.

Semoga yang telah diberikan dan dilakukan Bapak, Ibu, dan saudara sekalian mendapat balasan yang berlipat ganda, Aamiinn.

Bandung, 24 Juli 2024



Widia Linta Nurjanah

NIM. 2208522

# **PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN MOMEN-AR TERHADAP KEMAMPUAN KOGNITIF DAN MODEL MENTAL SISWA SMA PADA MATERI PERPINDAHAN KALOR**

Widia Linta Nurjanah  
2208522

Pembimbing I : Dr. Ika Mustika Sari, M.PFis  
Pembimbing II : Dr. Duden Saepuzaman , M.Pd, M.Si  
Prodi Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

## **ABSTRAK**

Model pembelajaran MoMen-AR merupakan model pembelajaran yang dikembangkan untuk mengkonstruksi model mental. Tujuan dari penelitian ini yaitu mendapatkan informasi mengenai pengaruh Model pembelajaran MoMen-AR terhadap kemampuan kognitif dan model mental siswa dalam materi perpindahan kalor. Penelitian ini menggunakan *mixed method*, dengan desain *experimental mixed method design*. Sampel pada penelitian ini yaitu siswa kelas XI di salah satu Sekolah Menengah Atas di Ciamis. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini yaitu tes dan nontes. Instrumen tes berupa tes kemampuan kognitif dengan format pilihan ganda dan tes model mental dengan format uraian. Instrumen non-tes berupa lembar validasi instrumen, lembar validasi *Augmented Reality*, dan lembar observasi pembelajaran. Analisis peningkatan kemampuan kognitif dan kosntruksi model mental menggunakan *n-gain* dan uji hipotesis, pengaruh model pembelajaran MoMen-AR terhadap kemampuan kognitif dan model mental menggunakan *effect size cohen'd*, dan untuk mengidentifikasi transformasi model mental menggunakan rubrik model mental. Hasil penelitian ini kemampuan kognitif dan model mental siswa meningkat setelah mendapatkan intervensi model pembelajaran MoMen-AR. Nilai *n-gain* kemampuan kognitif pada kelas eksperimen yaitu 0,46 termasuk dalam kategori sedang, nilai *n-gain* model mental pada kelas eksprimen yaitu 0,53 termasuk kategori sedang. Model pembelajaran MoMen-AR berpengaruh dalam meningkatkan kemampuan kognitif siswa ditunjukkan dengan nilai *effect size cohen'd* kemampuan kognitif yaitu 1,62. Model pembelajaran MoMen-AR berpengaruh dalam mengkonstruksi model mental siswa ditunjukkan dengan nilai *effect size cohen'd* model mental 0,895. Transformasi model mental kelas eksperimen lebih banyak yang mengalami transformasi positif daripada kelas kontrol. Hasil uji regresi menunjukkan adanya pengaruh positif dari kemampuan kognitif terhadap model mental.

Kata Kunci : MoMen-AR, Kemampuan kognitif, Model Mental, Perpindahan Kalor

**THE EFFECT OF MOMEN-AR LEARNING MODEL ON HIGH SCHOOL STUDENTS' COGNITIVE ABILITY AND MENTAL MODELS ON THE HEAT TRANSFER**

Widia Linta Nurjanah  
2208522

Supervisor I: Dr. Ika Mustika Sari, M.PFis  
Supervisor II: Dr. Duden Saepuzaman, M.Pd, M.Si  
Master Program in Physics Education FPMIPA UPI

**ABSTRACT**

*MoMen-AR learning model is a learning model developed to construct mental models. The purpose of this study was to obtain information about the effect of the MoMen-AR learning model on students' cognitive abilities and mental models in heat transfer material. This research uses mixed method, with experimental mixed method design. The sample in this study was class XI students in one of the Senior High Schools in Ciamis. The instruments used in this research are tests and non-tests. Test instruments in the form of cognitive ability tests with multiple choice format and mental model tests with description format. Non-test instruments in the form of instrument validation sheets, Augmented Reality validation sheets, and learning observation sheets. Analysis of the improvement of cognitive abilities and mental model construction using n-gain and hypothesis testing, the effect of the MoMen-AR learning model on cognitive abilities and mental models using cohen'd effect size, and to identify mental model transformation using mental model rubrics. The results of this study showed that students' cognitive abilities and mental models improved after receiving the MoMen-AR learning model intervention. The n-gain value of cognitive ability in the experimental class is 0.46 including in the medium category, the n-gain value of mental models in the experimental class is 0.53 including the medium category. MoMen-AR learning model has an effect in improving students' cognitive abilities indicated by the effect size value of cohen'd cognitive ability which is 1.62. The MoMen-AR learning model has an effect in constructing students' mental models indicated by the effect size cohen'd mental model value of 0.895. More experimental class mental model transformations experienced positive transformations than the control class. Regression test results show a positive influence of cognitive abilities on mental models.*

*Keywords: MoMen-AR, Cognitive Process Ability, Mental Model, Heat Transfer*



## DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Masalah Penelitian.....	8
1.3. Tujuan Penelitian.....	8
1.4. Pertanyaan Penelitian.....	8
1.5. Definisi Operasional.....	8
1.6. Manfaat Penelitian.....	10
1.7. Struktur Organisasi Tesis.....	10
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	12
2.1. Kemampuan Kognitif.....	12
2.2. Model Mental.....	12
2.3. Pembelajaran Mengkonstruksi Model Mental.....	14
2.4. <i>Augmented Reality</i> .....	17
2.5. Model Pembelajaran MoMen-AR.....	19
2.6. Hubungan Model Pembelajaran MoMen-AR dengan Kemampuan Kognitif dan Model Mental.....	20
2.7. Perpindahan Kalor.....	21
2.8. Penelitian Relevan.....	23

2.9.	Kerangka Pikir Penelitian .....	24
2.10.	Hipotesis Penelitian.....	26
BAB III METODE PENELITIAN.....		27
3.1.	Metode dan Desain Penelitian.....	27
3.2.	Subjek Penelitian.....	28
3.3.	Instrumen Penelitian.....	28
3.4.	Prosedur Penelitian.....	31
3.5.	Hasil Validasi dan Reliabilitas Instrumen.....	32
3.6.	Validitas <i>Augmented Reality</i> .....	43
3.7.	Validitas Lembar Kerja Peserta Didik .....	43
3.8.	Keterbacaan <i>Augmented Reality</i> .....	44
3.9.	Keterbacaan Lembar Kerja Peserta Didik.....	45
3.10.	Analisis Data .....	46
3.10.1	Analisis Peningkatan Kemampuan kognitif dan Model Mental .....	46
3.10.2	Uji Hipotesis Kemampuan Proses Kognitif dan Model Mental.....	46
3.10.3	Analisis Pengaruh Model Pembelajaran MoMen-AR terhadap Kemampuan kognitif dan Model Mental .....	47
3.10.4	Hubungan Kemampuan Kognitif dan Model Mental .....	47
3.10.5	Analisis Model Mental .....	47
3.10.5	Analisis Data Wawancara .....	52
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN .....		53
4.1.	Temuan.....	53
4.1.1.	Peningkatan Kemampuan Kognitif .....	53
4.1.2.	Peningkatan Model Mental .....	59
4.1.3.	Transformasi Model Mental.....	64
4.1.4.	Pengaruh Model Pembelajaran MoMen-AR terhadap Kemampuan Kognitif .....	112

4.1.5 Pengaruh Model Pembelajaran MoMen-AR terhadap Model Mental .....	113
4.1.6 Hubungan Kemampuan Kognitif dan Model Mental .....	115
4.2. Pembahasan .....	117
4.2.1. Peningkatan Kemampuan Kognitif .....	117
4.2.2. Peningkatan Model Mental .....	118
4.2.3. Transformasi Model Mental.....	119
4.2.4. Pengaruh Model Pembelajaran MoMen-AR terhadap Kemampuan Kognitif .....	127
4.2.5 Pengaruh Model Pembelajaran MoMen-AR terhadap Model Mental .....	129
4.2.6 Hubungan Kemampuan Kognitif dan Model Mental .....	133
4.3. Keterbatasan Penelitian .....	134
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI , DAN REKOMENDASI .....	135
5.1. Simpulan .....	135
5.2. Implikasi.....	135
5.3. Rekomendasi .....	136
DAFTAR PUSTAKA .....	137

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka Pikir Penelitian.....	26
Gambar 3. 1 Alur <i>Experimental Mixed Method Study Design</i> .....	27
Gambar 3. 2 Prosedur Penelitian.....	32
Gambar 3. 3 <i>Raw Variance Explained by Measure dan Unexplned variance in Ist contrast</i> .....	34
Gambar 3. 4 <i>Output Winstep Item Fit Order</i> .....	35
Gambar 3. 5 Hasil Reliabilitas Instrumen Kemampuan kognitif.....	36
Gambar 3. 6 Hasil <i>Output Fit Order</i> .....	37
Gambar 3. 7 Hasil Output <i>Undimensionallity</i> .....	39
Gambar 3. 8 Hasil Output Reliabilitas Instrumen Model Mental .....	41
Gambar 3. 9 Hasil Output Tingkat Kesukaran.....	42
Gambar 4.1a Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen.....	54
Gambar 4.2a Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Materi Kalor pada Kelas Eksperimen.....	56
Gambar 4.2b Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Materi Kalor pada Kelas Kontrol .....	56
Gambar 4.3a Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Materi Konduksi pada Kelas Eksperimen.....	57
Gambar 4.3b Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Materi Konduksi pada Kelas Kontrol .....	57
Gambar 4. 4a Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Materi Konveksi pada Kelas Eksperimen.....	57
Gambar 4. 4b Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Materi Konveksi pada Kelas Kontrol .....	57
Gambar 4. 5a Diagram pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Materi Radiasi pada Kelas Eksperimen.....	58
Gambar 4. 5b Diagram pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Materi Radiasi pada Kelas Kontrol .....	58
Gambar 4. 6a Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Model Mental Kelas Eksperimen.....	60

Gambar 4. 6b Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Model Mental Kelas Kontrol .....	60
Gambar 4. 7a Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Model Mental Materi konduksi pada kelas eksperimen.....	62
Gambar 4. 7b Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Model Mental Materi konduksi pada kelas kontrol.....	62
Gambar 4. 8a Diagram pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Model Mental Materi Konveksi pada Kelas Eksperimen.....	62
Gambar 4. 8b Diagram pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Model Mental Materi Konveksi pada Kelas Kontrol .....	62
Gambar 4. 9a Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Nilai Model Mental Materi Radiasi pada Kelas Eksperimen .....	63
Gambar 4. 9a Diagram Pencar <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Nilai Model Mental Materi Radiasi pada Kelas Kontrol.....	63
Gambar 4. 10 Rekapitulasi Model Mental Materi Konduksi.....	65
Gambar 4. 11 Transformasi Model Mental pada Materi Konduksi.....	66
Gambar 4. 12 Transformasi Model Mental Konduksi Kelas Eksperimen.....	67
Gambar 4. 13 Transformasi Model Mental Konduksi Kelas Kontrol.....	67
Gambar 4. 14 Jawaban S19 Mengenai Definisi dan Proses Konduksi saat <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	70
Gambar 4. 15 Jawaban S19 Mengenai Definisi dan Proses Konduksi saat <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	70
Gambar 4. 16 Jawaban S7 Mengenai Definisi dan Proses Konduksi saat <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	71
Gambar 4. 17 Jawaban S7 Mengenai Definisi dan Proses Konduksi saat <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen).....	71
Gambar 4. 18 Jawaban S7 Mengenai Konduksi Pada LKPD dan Hasil Pengamatan AR.....	71
Gambar 4. 19 Jawaban P22 Mengenai Definisi Dan Proses Konduksi Saat <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol) .....	72
Gambar 4. 20 Jawaban P22 Mengenai Definisi Dan Proses Konduksi Saat <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	73

Gambar 4. 21 Jawaban P2 Mengenai Definisi Dan Proses Konduksi Saat <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol).....	73
Gambar 4. 22 Jawaban P2 Mengenai Definisi Dan Proses Konduksi Saat <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	73
Gambar 4. 23 Jawaban Siswa S12 Mengenai Prediksi pada Materi Konduksi <i>Pretest</i> (kelas eksperimen).....	74
Gambar 4. 24 Jawaban Siswa S12 Mengenai Prediksi Pada Materi Konduksi <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen).....	74
Gambar 4. 25 Jawaban Siswa S19 Mengenai Prediksi pada Materi Konduksi <i>Pretest</i> (kelas eksperimen).....	75
Gambar 4. 26 Jawaban Siswa S19 Mengenai Prediksi Pada Materi Konduksi <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen).....	75
Gambar 4. 27 Jawaban Siswa S12 Aspek Prediksi dan Eksplanasi Pada LKPD .....	77
Gambar 4. 28 Jawaban siswa S19 aspek Prediksi dan Eksplanasi pada LKPD...	77
Gambar 4. 29 Jawaban Siswa P2 Mengenai Prediksi Pada Materi Konduksi <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol).....	78
Gambar 4. 30 Jawaban Siswa P2 Mengenai Prediksi Pada Materi Konduksi <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	78
Gambar 4. 31 Jawaban Siswa P8 Mengenai Prediksi Pada Materi Konduksi <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol).....	79
Gambar 4. 32 Jawaban Siswa P8 Mengenai Prediksi Pada Materi Konduksi <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	79
Gambar 4. 33 Jawaban S12 Aspek <i>Drawing Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	80
Gambar 4. 34 Jawaban S12 Aspek <i>Drawing Posttest</i> (Kelas Eksperimen).....	80
Gambar 4. 35 Jawaban S19 Aspek <i>Drawing Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	81
Gambar 4. 36 Jawaban S19 Aspek <i>Drawing Posttest</i> (Kelas Eksperimen).....	81
Gambar 4. 37 Jawaban S12 Aspek <i>Drawing</i> Pada LKPD.....	82
Gambar 4. 38 Jawaban P2 Aspek <i>Drawing Pretest</i> (Kelas Kontrol).....	82
Gambar 4. 39 Jawaban P2 Aspek <i>Drawing Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	82
Gambar 4. 40 Jawaban P9 Aspek <i>Drawing Pretest</i> (Kelas Kontrol).....	83
Gambar 4. 41 Jawaban P9 Aspek <i>Drawing Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	83

Gambar 4. 42 Rekapitulasi Model Mental Materi Konveksi .....	84
Gambar 4. 43 Diagram Transformasi Model Mental pada Materi Konveksi .....	85
Gambar 4. 44 Persebaran Model Mental Materi Konveksi Kelas Eksperimen ...	86
Gambar 4. 45 Persebaran Model Mental Materi Konveksi Kelas Kontrol .....	86
Gambar 4. 46 Jawaban S7 Mengenai Definisi Dan Proses Konveksi Saat <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	89
Gambar 4. 47 Jawaban S7 Mengenai Definisi Dan Proses Konveksi Saat <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	89
Gambar 4. 48 Jawaban S19 Mengenai Definisi Dan Proses Konveksi Saat <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	90
Gambar 4. 49 Jawaban S19 Mengenai Definisi Dan Proses Konveksi Saat <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	90
Gambar 4. 50 Jawaban LKPD S7 .....	91
Gambar 4. 51 Jawaban P21 Mengenai Definisi dan Proses Konveksi saat <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol) .....	92
Gambar 4. 52 Jawaban P21 Mengenai Definisi dan Proses Konveksi saat <i>posttest</i> (Kelas Kontrol) .....	92
Gambar 4. 53 Jawaban Siswa S19 Mengenai Prediksi Dan Eksplanasi Pada <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen) .....	93
Gambar 4. 54 Jawaban Siswa S19 Mengenai Prediksi Dan Eksplanasi Pada <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	93
Gambar 4. 55 Jawaban Siswa S24 Mengenai Prediksi Dan Eksplanasi Pada <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen) .....	94
Gambar 4. 56 Jawaban Siswa S24 Mengenai Prediksi Dan Eksplanasi Pada <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	94
Gambar 4. 57 Jawaban LKPD Prediksi Dan Eksplanasi S24 .....	94
Gambar 4. 58 Jawaban Siswa P5 Mengenai Prediksi dan Eksplanasi pada <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol) .....	95
Gambar 4. 59 Jawaban Siswa P5 Mengenai Prediksi dan Eksplanasi pada <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	95
Gambar 4. 60 Jawaban Siswa P21 Mengenai Prediksi dan Eksplanasi pada <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol) .....	96

Gambar 4. 61 Jawaban Siswa P21 Mengenai Prediksi dan Eksplanasi pada <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	96
Gambar 4. 62 Jawaban Siswa S16 Aspek <i>Drawing</i> pada <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	96
Gambar 4. 63 Jawaban Siswa S19 Mengenai <i>Drawing</i> pada <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	97
Gambar 4. 64 Jawaban Siswa P7 Mengenai <i>Drawing</i> pada <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	98
Gambar 4. 65 Rekapitulasi Model Mental Materi Radiasi <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> ..	98
Gambar 4. 66 Transformasi Model Mental pada Materi Radiasi.....	100
Gambar 4. 67 Persebaran Model Mental Materi Radiasi Kelas Eksperimen.....	101
Gambar 4. 68 Persebaran Model Mental Materi Radiasi Kelas Kontrol .....	101
Gambar 4. 69 Jawaban S6 Mengenai Definisi dan Proses Radiasi Saat <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	105
Gambar 4. 70 Jawaban S6 Mengenai Definisi dan Proses Radiasi Saat <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen).....	105
Gambar 4. 71 Jawaban S3 Mengenai Definisi dan Proses Radiasi Saat <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	106
Gambar 4. 72 Jawaban S3 Mengenai Definisi dan Proses Radiasi Saat <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen).....	106
Gambar 4. 73 Jawaban P1 Mengenai Definisi dan Proses Radiasi Saat <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol).....	107
Gambar 4. 74 Jawaban P1 Mengenai Definisi dan Proses Radiasi Saat <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	107
Gambar 4. 75 Jawaban P10 Mengenai Definisi dan Proses Radiasi Saat <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol).....	107
Gambar 4. 76 Jawaban P10 Mengenai Definisi dan Proses Radiasi Saat <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	107
Gambar 4. 77 Jawaban Siswa S6 Mengenai Aspek Prediksi dan Eksplanasi Pada <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	108
Gambar 4. 78 Jawaban Siswa S6 Mengenai Aspek Prediksi dan Eksplanasi Pada <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	108



Gambar 4. 79 Jawaban Siswa S25 Mengenai Aspek Prediksi dan Eksplanasi Pada <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	109
Gambar 4. 80 Jawaban Siswa S25 Mengenai Aspek Prediksi dan Eksplanasi Pada <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	109
Gambar 4. 81 Jawaban siswa P3 mengenai aspek prediksi dan eksplanasi pada <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol) .....	109
Gambar 4. 82 Jawaban siswa P3 mengenai aspek prediksi dan eksplanasi pada <i>posttest</i> (Kelas Kontrol) .....	109
Gambar 4. 83 Jawaban siswa S3 mengenai aspek prediksi dan eksplanasi pada <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen).....	110
Gambar 4. 84 Jawaban siswa S3 mengenai aspek prediksi dan eksplanasi pada <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen) .....	110
Gambar 4. 85 Jawaban Siswa S3 Mengenai Aspek <i>Drawing</i> Pada <i>Pretest</i> (Kelas Eksperimen) .....	111
Gambar 4. 86 Jawaban Siswa S3 Mengenai Aspek <i>Drawing</i> Pada <i>Posttest</i> (Kelas Eksperimen).....	111
Gambar 4. 87 Jawaban Siswa P3 Mengenai Aspek <i>Drawing</i> Pada <i>Pretest</i> (Kelas Kontrol) .....	112
Gambar 4. 88 Jawaban Siswa P3 Mengenai Aspek <i>Drawing</i> Pada <i>Posttest</i> (Kelas Kontrol).....	112

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keterkaitan <i>Nine Events Instructional Gagne</i> dan PbM.....	16
Tabel 2. 2 Keterkaitan PbM dan Prosedur Umum Johnson - Laird.....	17
Tabel 2. 3 Tahapan Model Pembelajaran MoMen-AR.....	20
Tabel 2. 4 Keterkaitan Model Pembelajaran MoMen-AR dan Taksonomi Bloom.....	21
Tabel 3. 1 Instrumen Penelitian.....	28
Tabel 3. 2 Persebaran Instrumen Kemampuan kognitif.....	29
Tabel 3. 3 Persebaran Instrumen Model Mental .....	30
Tabel 3. 4 Hasil Validasi Ahli Instrumen Kemampuan kognitif .....	33
Tabel 3. 5 Hasil Validitas Empiris Instrumen Kemampuan Kognitif.....	35
Tabel 3. 6 Kategori Kesukaran Soal Kemampuan kognitif .....	37
Tabel 3. 7 Tingkat Kesukaran Soal .....	38
Tabel 3.8 Kategori Daya Beda .....	38
Tabel 3. 9 Daya Beda .....	38
Tabel 3.10 Hasil Validasi Ahli Instrumen Model Mental.....	39
Tabel 3. 11 Hasil Validitas Empiris Instrumen Model Mental .....	40
Tabel 3. 12 Kategori Kesukaran Soal .....	42
Tabel 3. 13 Kesukaran Butir Soal Model Mental .....	42
Tabel 3. 14. Daya Beda Instrumen Model Mental .....	43
Tabel 3. 15. Hasil Validasi AR .....	43
Tabel 3. 16 Hasil Validasi LKPD .....	43
Tabel 3. 17 Hasil Keterbacaan AR.....	44
Tabel 3. 18 Hasil Keterbacaan LKPD.....	45
Tabel 3. 19 Tabel Klasifikasi <i>n-gain</i> .....	46
Tabel 3. 20 Kategori <i>Cohen's d</i> .....	47
Tabel 3. 21 Rubrik penilaian aspek model mental: pengetahuan konten (C) .....	48
Tabel 3. 22 Rubrik penilaian aspek model mental: prediksi (P).....	48
Tabel 3. 23 Rubrik penilaian aspek model mental: Eksplanasi (E) .....	48
Tabel 3. 24 Rubrik penilaian model mental : penggambaran (D).....	49
Tabel 3. 25 Klasifikasi Model Mental.....	49
Tabel 3. 26 Rubrik penilaian model mental <i>hybrid</i> .....	50

Tabel 4. 1 Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> Kemampuan kognitif.....	54
Tabel 4. 2 Uji Normalitas dan Uji Homogenitas.....	55
Tabel 4. 3 Nilai <i>Sig Pretest</i> Kemampuan kognitif .....	55
Tabel 4. 4 Uji <i>T-Test Independent</i> .....	55
Tabel 4. 5 Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> Perpindahan Kalor.....	58
Tabel 4. 6 Uji hipotesis Kemampuan kognitif .....	59
Tabel 4. 7 Rata-Rata Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> .....	60
Tabel 4. 8 Normalitas dan Homogenitas Data Model Mental .....	61
Tabel 4. 9 Nilai <i>Sig Pretest</i> .....	61
Tabel 4. 10 Nilai <i>Sig Posttest</i> .....	61
Tabel 4. 11 Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan <i>N-gain</i> model mental.....	63
Tabel 4. 12 Uji Hipotesis Setiap Materi Perpindahan Kalor.....	64
Tabel 4. 13 Nilai <i>Effect size</i> Kemampuan kognitif .....	112
Tabel 4. 14. Nilai <i>Effect size</i> Pada Setiap Materi Pembahasan.....	113
Tabel 4. 15 Nilai <i>Effect size</i> Model Mental.....	113
Tabel 4. 16 Nilai <i>Effect size</i> Model Mental Setiap Materi Bahasan .....	114
Tabel 4. 17 Nilai <i>Effect size</i> pada setiap Aspek Model Mental .....	115
Tabel 4. 18 Regresi Kemampuan Kognitif terhadap Model Mental.....	115
Tabel 4. 19 Regresi Model Mental terhadap Kemampuan Kognitif.....	116

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A .....	151
LAMPIRAN B .....	227
LAMPIRAN C .....	247
LAMPIRAN D .....	281
LAMPIRAN E .....	317

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdusselam, M. S., & Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1475939X.2020.1766550>
- Ahn, S., Ko, H., & Yoo, B. (2014). Webizing mobile augmented reality content. *New Review of Hypermedia and Multimedia*.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13614568.2013.857727>
- Ainsworth, S., Prain, V., & Tytler, R. (2011). Drawing to Learn in Science. *Science*, 333(6046), 1096–1097. <https://doi.org/10.1126/science.1204153>
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1–11.  
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Anderson, L. W. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives: Complete edition*. Addison Wesley Longman.
- Azmi, U., Safrijal, & Rahmi, M. (2024). Analysis of 4C Skills (Critical Thinking, Creativity and Innovation, Collaboration, and Communication) of Physics Education Students In Facing the Industrial Revolution 4.0. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(2), 695–703.  
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i2.5584>
- Azuma, R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality*.
- Baba, A., Zorlu, Y., & Zorlu, F. (2022). Investigation of the Effectiveness of Augmented Reality and Modelling Based Teaching in “Solar System and Eclipses” Unit. *International Journal of Contemporary Educational Research*, 9(2), 283–298. <https://doi.org/10.33200/ijcer.1040095>
- Bandura, A. (1977). *Social Learning Theory*. Prentice-Hall.
- Bilginer, E. B., & Uzun, E. (2022). Mental model development of preservice science teachers with slow-motion animation and visual material: The case

- of circulatory system. *Journal of Pedagogical Research*, 5. <https://doi.org/10.33902/JPR.202217405>
- Billingham, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A Survey of Augmented Reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73–272. <https://doi.org/10.1561/11000000049>
- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining Twenty-First Century Skills. Dalam P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Ed.), *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (hlm. 17–66). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2324-5_2)
- Bodner, G. M., & Domin, D. S. (2000). Mental Models: The Role of Representations in Problem Solving in Chemistry. *UNIVERSITY CHEMISTRY EDUCATION*.
- Buckley, B. C. (2012). Model Based Learning. Dalam *Encyclopedia of Science of Learning* (Seel). Springer.
- Cai, S., Chiang, F.-K., Sun, Y., Lin, C., & Lee, J. J. (2017). Applications of augmented reality-based natural interactive learning in magnetic field instruction. *Interactive Learning Environments*, 25(6), 778–791. <https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1181094>
- Chen, C.-H. (2020). Impacts of augmented reality and a digital game on students' science learning with reflection prompts in multimedia learning. *Educational Technology Research and Development*, 68(6), 3057–3076. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09834-w>
- Cheng, K.-H. (2017). Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(4), Article 4. <https://doi.org/10.14742/ajet.2820>
- Chiou. (2013). Reappraising the relationships between physics students' mental models and predictions: An example of heat convection. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(1), 010119. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.010119>

- Chiou, G., & Anderson, O. R. (2010). A study of undergraduate physics students' understanding of heat conduction based on mental model theory and an ontology–process analysis. *Science Education*, 94(5), 825–854. <https://doi.org/10.1002/sce.20385>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed). L. Erlbaum Associates.
- Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2008). *Learners' Mental Models of Chemical Bonding*.
- Çoruhlu, T. Ş. (2017). Pre-Service Science Teachers' Conceptions of The "Conduction of Heat in Solids." *Journal of Baltic Science Education*, 16(2), 163–174. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.163>
- Creswell, J. W. (2019). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (Sixth edition). Pearson.
- da Silva, M. M. O., Teixeira, J. M. X. N., Cavalcante, P. S., & Teichrieb, V. (2019). Perspectives on how to evaluate augmented reality technology tools for education: A systematic review. *Journal of the Brazilian Computer Society*, 25(1), 3. <https://doi.org/10.1186/s13173-019-0084-8>
- DeRosa, A. P. (2013). Mental Model Construction in MedlinePlus Information Searching Involves Changes and Developments in Cognition, Emotion, and Behaviour. *Evidence Based Library and Information Practice*.
- Dewi, F. H. (2022). *Conceptual Change Model-Blended Learning (CCM-BL) Berbasis Konflik Kognitif Untuk Menganalisis Model Mental dan Attitude Toward Physics Peserta Didik Pada Materi Usaha dan Energi*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586–596. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.002>
- DIKDAS. (2021). *Modul Belajar Mandiri Calon Guru Pegawai Pemerintahan dan Perjanjian Kerja (PPPK):Pedagogi*. Direktorat GTK Pendidikan Dasar.
- Ekanayake, S. Y., & Wishart, J. (2014). *Integrating mobile phones into teaching and learning: A case study of teacher training through professional development workshops*.

- Ekici, E. (2016). “Why Do I Slog Through the Physics?” Understanding High School Students’ Difficulties in Learning Physics. *Journal of Education and Practice*.
- Entino, R., Hariyono, E., & Lestari, N. A. (2021). Analisis Miskonsepsi Peserta Didik Sekolah Menengah Atas pada materi Fisika. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(1), 177–182. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.1.177-182>
- Ergün, A., & Sarikaya, M. (2019). The Effect of Model based Learning on The Academic Success and Conceptual Understanding of Middle-School Students on The Particulate Nature of Matter. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(72), 2059–2075. <https://doi.org/10.17755/esosder.539584>
- Fazio, C., Battaglia, O. R., & Di Paola, B. (2013). Investigating the quality of mental models deployed by undergraduate engineering students in creating explanations: The case of thermally activated phenomena. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 9(2), 020101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.9.020101>
- Franco, C., & Colinvaux, D. (2000). Grasping Mental Models. Dalam J. K. Gilbert & C. J. Boulter (Ed.), *Developing Models in Science Education* (hlm. 93–118). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1_5)
- Gagne, R. M., Briggs, L. J., & Wager, W. W. (1992). *Principles of instructional design*. Harcourt Brace College.
- Giancoli, D. C. (2014). *Physics: Principles with applications* (Seventh edition). Pearson.
- Gustalia, B. B., & Setiyawati, E. (2023). Analisis Kemampuan Kognitif Peserta Didik Dalam Pembelajaran IPAS Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Perubahan Wujud Zat di Sekolah Dasar. 5(1).
- Habsy, B. A., Apriliya, K., Putri, A. F., & Aprilyana, G. S. (2023). Penerapan Teori Belajar Behaviorisme dan Teori Belajar Sosial Bandura dalam Pembelajaran. *TSAQOFAH*, 4(1), 476–491. <https://doi.org/10.58578/tsaqofah.v4i1.2211>
- Hake, R. (1998). Interactive-Engagement Versus Traditional Methods: A Six-Thousand-Student Survey of Mechanics Test Data for Introductory Physics



- Courses. *American Journal of Physics - AMER J PHYS*, 66.  
<https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Halliday, R. W. (2010). *Fisika Dasar I*. Jakarta : Erlangga.
- Hanipah, S. (2023). Analisis Kurikulum Merdeka Belajar Dalam Memfasilitasi Pembelajaran Abad Ke-21 Pada Siswa Menengah Atas. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 1(2), 264–275.  
<https://doi.org/10.55606/jubpi.v1i2.1860>
- Hermita, N., Wijaya, T. T., Putra, Z. H., Yora, N. Y., & Suhandi, A. (2021). Measuring Mental Model of Primary Teachers and Pre-service Teachers on Heat Transfer Concept. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 13(1), 196–208.  
<https://doi.org/10.35445/alishlah.v13i1.351>
- Hoai, V. T. T., Son, P. N., An, D. T. T., & Anh, N. V. (2024). An Investigation into whether Applying Augmented Reality (AR) in Teaching Chemistry Enhances Chemical Cognitive Ability. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 23(4), 195–216.  
<https://doi.org/10.26803/ijlter.23.4.11>
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado Kloos, C. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- Ibrahim, S., Sihaloho, M., & Pikoli, M. (2022). Model Mental Siswa Sma Dalam Memahami Konsep Larutan Elektrolit Dan Non-Elektrolit. *Lantanida Journal*, 10(2), 138. <https://doi.org/10.22373/lj.v10i2.14533>
- Ifenthaler, D., Seel, N. M., Pirnay-Dummer, P., & Spector, J. M. (Ed.). (2008). *Understanding models for learning and instruction: Essays in honor of Norbert M. Seel*. Springer.
- Ismail, A., & Amalia, I. F. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Solving Berbantuan Augmented Reality Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Mahasiswa Pada Mata Kuliah Fisika Umum. *Jurnal PETIK*, 7(2), 87–92.
- Johnson-Laird, P. N. (1981). *Mental Models in Cognitive Science*.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental Models: Towards A Cognitive Science of Language, Inference, and Consciousness*. Harvard University Press.

- Johnson-Laird, P. N. (2013). Mental models and cognitive change. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 131–138. <https://doi.org/10.1080/20445911.2012.759935>
- Jones, N. A., Ross, H., Lynam, T., Perez, P., & Leitch, A. (2011). Mental Models: An Interdisciplinary Synthesis of Theory and Methods. *Ecology and Society*, 16(1), art46. <https://doi.org/10.5751/ES-03802-160146>
- Justi, R. (2009). Learning how to model in science classroom: Key teacher's role in supporting the development of students' modelling skills. *Educación Química*, 20(1), 32–40. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30005-3](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30005-3)
- Kamelia, S., & Pujiastuti, H. (2020). Penerapan Strategi Pembelajaran Metakognitif-Scaffolding untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis dan Self Regulated Learning Siswa. *JURING (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 3(4), 385. <https://doi.org/10.24014/juring.v3i4.9454>
- Karo-Karo, E. K., Sari, I. M., & Suwarma, I. R. (2021). Investigasi Model Mental Konduksi Kalor Siswa SMA. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 6(1), 39–48. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v6i1.10987>
- Kokkonen, T. (2017). Models as Relational Categories. *Science & Education*, 26(7–9), 777–798. <https://doi.org/10.1007/s11191-017-9928-9>
- Krüger, J. M., Buchholz, A., & Bodemer, D. (2019). *Augmented Reality in Education: Three Unique Characteristics from a User's Perspective*.
- Kurnaz, M. A., & Eksi, C. (2015). An Analysis of High School Students' Mental Models of Solid Friction in Physics. *Educational Sciences: Theory & Practice*. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.3.2526>
- Latipah, J., Jamilah, S. N., Sari, S. T., & Almubarak. (2021). Analysis of student's mental model through representation chemistry textbooks based on augmented reality. *Journal of Physics: Conference Series*, 1760(1), 012050. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1760/1/012050>
- Lee, W.-H., & Lee, H.-K. (2016). The usability attributes and evaluation measurements of mobile media AR (augmented reality). *Cogent Arts & Humanities*. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23311983.2016.1241171>

- Leinonen, J., Denny, P., & Whalley, J. (2021). *Exploring the Effects of Contextualized Problem Descriptions on Problem Solving*.
- Liono, R. A., Amanda, N., Pratiwi, A., & Gunawan, A. A. S. (2021). A Systematic Literature Review: Learning with Visual by The Help of Augmented Reality Helps Students Learn Better. *Procedia Computer Science*, 179, 144–152. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.12.019>
- Lubis, M., Sari, I., & Sinaga, P. (2020). The Impact of Model Based Learning (MBL) in Improving Students' Understanding in Heat and Heat Transfer Concept. *Proceedings of the Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019, 12 October 2019, Bandung, West Java, Indonesia*. Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019, 12 October 2019, Bandung, West Java, Indonesia, Bandung, Indonesia. <https://doi.org/10.4108/eai.12-10-2019.2296488>
- Merril. (2002). The instructional use of learning objects. Dalam D. A. Wiley (Ed.), *The instructional use of learning objects* (1st ed). Agency for Instructional Technology : Association for Educational Communications & Technology.
- Nuryani, S. (2021). *Pengembangan Modul Fisika berbasis STEM dengan Self Regulated Learning untuk Melatih Keterampilan Komunikasi dan Kemandirian Belajar Siswa*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Pathare, S. R., & Pradhan, H. C. (2010). Students' misconceptions about heat transfer mechanisms and elementary kinetic theory. *Physics Education*, 45(6), 629–634. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/45/6/008>
- Pratama, R. A., & Saregar, A. (2019). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Scaffolding Untuk Melatih Pemahaman Konsep. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 2(1), 84–97. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i1.3975>
- Pratiwi, H. Y., Sujito, S., Sunardi, S., & Sayyadi, M. (2024). The Learning Revolution: Investigating the Use of Technology to Explore Mathematical Physics Learning. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 7(1), 216–226. <https://doi.org/10.37891/kpej.v7i1.523>

- Priyadi, R., Diantoro, M., Parno, P., & Helmi, H. (2019). An Exploration of Students' Mental Models on Heat and Temperature: A Preliminary Study. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 9(2), 114. <https://doi.org/10.26740/jpfa.v9n2.p114-122>
- Quillin, K., & Thomas, S. (2015). Drawing-to-Learn: A Framework for Using Drawings to Promote Model-Based Reasoning in Biology. *CBE—Life Sciences Education*, 14(1), es2. <https://doi.org/10.1187/cbe.14-08-0128>
- Radu, I. (2012). Why should my students use AR? A comparative review of the educational impacts of augmented-reality. *2012 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR)*, 313–314. <https://doi.org/10.1109/ISMAR.2012.6402590>
- Rahayu, E. P., Sitompul, S. S., & Habellia, R. C. (2023). Analisis Miskonsepsi Peserta Didik Menggunakan Four tier Diagnostic Test pada Materi Perpindahan Kalor. *12(4)*, 1295–1302. <http://dx.doi.org/10.26418/jppk.v12i4>
- Rahmi, C., Wiji, W., & Mulyani, S. (2020). MODEL MENTAL MISKONSEPSI PADA KONSEP KESETIMBANGAN KELARUTAN. *Lantanida Journal*, 8(1), 64. <https://doi.org/10.22373/lj.v8i1.7108>
- Raudhah. (2020). Penerapan Model Pembelajaran Konseptual Interaktif Dengan Strategi CM2RA Untuk Memperbaiki Model Mental Siswa SMA Terkait Konsep-Konsep Pada Materi Rangkaian Listrik Arus Searah. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van Der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Saepuzaman, D., Istiyono, E., & Haryanto. (2022). Characteristics of fundamental physics higher-order thinking skills test using Item Response Theory analysis. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 12(4). <https://doi.org/10.47750/pegegog.12.04.28>
- Saepuzaman, D., Karim, S., Feranie, S., Sari, I., & Sriyansyah, S. (2020). Pre-Class Tutorial (PCT) to Improve Understanding of Prospective Physics Teacher Concepts in Basic Physics Course. *Proceedings of the Proceedings of the*

*7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019, 12 October 2019, Bandung, West Java, Indonesia.* Proceedings of the 7th Mathematics, Science, and Computer Science Education International Seminar, MSCEIS 2019, 12 October 2019, Bandung, West Java, Indonesia, Bandung, Indonesia. <https://doi.org/10.4108/eai.12-10-2019.2296495>

Saepuzaman, D., Sriyansyah, S. P., & Karim, S. (2016). *Tutorial Pra-kelas: Sebuah strategi pembelajaran untuk meningkatkan pemahaman konsep pada perkuliahan Fisika Dasar.* <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v21i2.825>

Saepuzaman, D., Sriyansyah, S. P., & Karim, S. (2019). Redesain Lembar Aktivitas Mahasiswa Berdasarkan Analisis Kesulitan Mahasiswa Pada Konsep Rangkaian Listrik Arus Searah Pada Perkuliahan Fisika Dasar. *Journal of Teaching and Learning Physics*, 4(1), 34–42. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v4i1.3793>

Saepuzaman, D., Utari, S., & Nugraha, M. G. (2019). Development of basic physics experiment based on science process skills (SPS) to improve conceptual understanding of the preservice physics teachers on Boyle's law. *Journal of Physics: Conference Series*, 1280(5), 052076. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052076>

Saglam-Arslan, A., & Devecioglu, Y. (2010). *Student teachers' levels of understanding and model of understanding about Newton's laws of motion.* 11(1).

Sari, I. M. (2017). What do they know about Heat and Heat Conduction? A case study to excavate Pre-service Physics Teachers' Mental Model in Heat and Heat Conduction. *Journal of Physics: Conference Series*, 812, 012090. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012090>

Sari, I. M. (2021). *Pengembangan Pembelajaran berbasis Model berbantuan E-Book (PbM-E) untuk Mengkontruksi Model Mental Pada Materi Suhu, Kalor, dan Perambatan Kalor.* Universitas Pendidikan Indonesia.

Sari, I. M., Fauzi, D., Malik, A., Saepuzaman, D., Ramalis, T. R., & Rusdiana, D. (2019). Excavating the Quality of Vocational Students' Mental Models and

- Prediction on Heat Conduction. *Journal of Physics: Conference Series*, 1204, 012042. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1204/1/012042>
- Sari, I. M., Karim, S., Lubis, M. H., Saepuzaman, D., & Sinaga, P. (2020). Efektivitas Model Based Learning (MBL) dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep Peserta Didik pada Materi Kalor dan Perpindahannya. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 5(1), 23–30. <https://doi.org/10.17509/wapfi.v5i1.23422>
- Sari, Karim, S., Lubis, M. H., & Sinaga, P. (2020). Efektivitas Model based Learning (mbl) dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep Peserta Didik pada Materi Kalor dan Perpindahannya. *WaPFI (Wahana Pendidikan Fisika)*, 5(1), 23–30.
- Scheiter, K., Schleinschok, K., & Ainsworth, S. (2017). Why Sketching May Aid Learning From Science Texts: Contrasting Sketching With Written Explanations. *Topics in Cognitive Science*, 9(4), 866–882. <https://doi.org/10.1111/tops.12261>
- Seel, N. M. (2017). Model-based learning: A synthesis of theory and research. *Educational Technology Research and Development*, 65(4), 931–966. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9507-9>
- Shepardson, D. P., Choi, S., Niyogi, D., & Charusombat, U. (2011). Seventh grade students' mental models of the greenhouse effect. *Environmental Education Research*, 17(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/13504620903564549>
- 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), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Stieff, M. (2011). Improving representational competence using molecular simulations embedded in inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(10), 1137–1158. <https://doi.org/10.1002/tea.20438>
- Strevens, M. (2013). No understanding without explanation. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 44(3), 510–515. <https://doi.org/10.1016/j.shpsa.2012.12.005>

- Suhaila, A., Sani, R. A., & Azhar, Z. (2024). Analisis Tingkat Miskonsepsi Siswa MAN Binjai pada Materi Suhu dan Kalor Menggunakan Three-tier Multiple Choice Diagnostik Test. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, 7(1), 26–33. <https://doi.org/10.46918/karst.v7i1.2184>
- Sundari, R. (2023). *Penerapan Interactive Lecture Demonstration Berbantuan Ragam Media Visual Untuk Meningkatkan Visualization Skills Dan Memperbaiki Model Mental Siswa SMA Terkat Materi Rangkaian Listrik Searah*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Surya, A. D., Tajqiyah, L., Refiarni, R., Sumarno, S., & Siswanto, J. (2023). Analisis Kemampuan Kognitif dan Miskonsepsi Pembelajaran IPA Materi Kalor pada Mahasiswa Calon Guru Sekolah Dasar di STKIP Nasional. *Jurnal Ilmiah Aquinas*, 60–67. <https://doi.org/10.54367/aquinas.v6i1.2318>
- Tipler, P. (1998). *Fisika untuk Sains dan Teknik Jilid 1*. Erlangga.
- Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 297–328. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9090-4>
- Utomo, T. U. (2023). *Pengaruh Problem based Learning—Predict, Observe, and Explain (PBLPOE) terhadap Perubahan Model Mental Siswa pada Topik Suhu dan Kalor*. Universitas Pendidikan Indonesia.
- Vosniadou, S. (2013). Model based reasoning and the learning of counter-intuitive science concepts. *Infancia y Aprendizaje*, 36(1), 5–33. <https://doi.org/10.1174/021037013804826519>
- Vosniadou, S. (2019). The Development of Students' Understanding of Science. *Frontiers in Education*, 4, 32. <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00032>
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1992). Mental models of the earth: A study of conceptual change in childhood. *Cognitive Psychology*, 24(4), 535–585. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(92\)90018-W](https://doi.org/10.1016/0010-0285(92)90018-W)
- Weber, A. M., & Greiff, S. (2023). ICT Skills in the Deployment of 21st Century Skills: A (Cognitive) Developmental Perspective through Early Childhood. *Applied Sciences*, 13(7), 4615. <https://doi.org/10.3390/app13074615>

- Wen, Y. (2021). Augmented reality enhanced cognitive engagement: Designing classroom-based collaborative learning activities for young language learners. *Educational Technology Research and Development*, 69(2), 843–860. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09893-z>
- Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations That Enhance Learning. *Science*, 322(5902), 682–683. <https://doi.org/10.1126/science.1161948>
- Wildan, Hadisaputra, S., Savalas, L. R. T., Laksmiwati, B. D., & Supriadi. (2023). Development of Augmented Reality-Based Online Learning Media to Improve Students' Mental Models on the Topic of Environmental Pollution. Dalam S. Hadisaputra, A. A. Purwoko, Yusran, P. Dudhagara, E. R. Gunawan, & A. R. B. Ola (Ed.), *Proceedings of the 1st Nusa Tenggara International Conference on Chemistry (NiTRIC 2022)* (Vol. 4, hlm. 194–204). Atlantis Press International BV. [https://doi.org/10.2991/978-94-6463-130-2\\_20](https://doi.org/10.2991/978-94-6463-130-2_20)
- Yen, J.-C., Tsai, C.-H., & Wu, M. (2013). Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 103, 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.322>
- Yu, S., Liu, Q., Ma, J., Le, H., & Ba, S. (2022). Applying Augmented reality to enhance physics laboratory experience: Does learning anxiety matter? *Interactive Learning Environments*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2057547>