

**PENGEMBANGAN E-MODUL *COMPLEX PROBLEM SOLVING* (CPS)
UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEPTUAL DAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL**

TESIS

*Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelas Magister Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika*



Oleh :
Farika Nurfalah
NIM. 2310268

**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN INDONESIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
2025**

**PENGEMBANGAN E-MODUL *COMPLEX PROBLEM SOLVING* (CPS)
UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEPTUAL DAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL**

Oleh

Farika Nurfalalah S.Pd.

Universitas Islam Negeri Walisongo Semarang, 2022

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

© Farika Nurfalalah 2025

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2025

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 TESIS

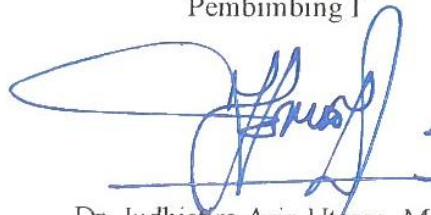
FARIKA NURFALAH

2310268

**PENGEMBANGAN E-MODUL *COMPLEX PROBLEM SOLVING* (CPS)
UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEPTUAL DAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL**

Disetujui dan disahkan oleh Pembimbing:

Pembimbing I



Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.
NIP. 197703312008121001

Pembimbing II



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 “Pengembangan e-Modul *Complex problem solving* (CPS) untuk Meningkatkan Pemahaman Konseptual dan *Computational Thinking* pada Materi Pemanasan Global” sepenuhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Saya memastikan tidak melakukan penjiplakan maupun pengutipan yang bertentangan dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau klaim dari pihak lain mengenai keaslian karya ini, saya bersedia menerima segala bentuk risiko atau sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Bandung, 04 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,

Farika Nurfalah

NIM. 2310268

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim, segala puji dan rasa syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis berjudul “Pengembangan E-Modul *Complex problem solving* (CPS) untuk meningkatkan Pemahaman Konseptual dan *Computational Thinking* Pada Materi Pemanasan Global”. Tesis ini membahas hasil pengembangan e-modul CPS yang bertujuan meningkatkan literasi sains serta pemahaman konsep peserta didik SMA/MA pada materi pemantulan gelombang bunyi. Penulisan tesis ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister (M.Pd) pada Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Pendidikan Indonesia.

Proses penyusunan tesis ini tentu tidak terlepas dari berbagai tantangan. Namun berkat bantuan, dukungan, dan arahan dari berbagai pihak, tesis ini akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan kontribusi terbaik. Meski demikian, penulis menyadari bahwa karya ini masih memiliki keterbatasan. Oleh sebab itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan penelitian selanjutnya. Semoga tesis ini bermanfaat, baik bagi penulis sendiri maupun bagi para pembaca secara umum.

Bandung, 4 Agustus 2025

Yang membuat pernyataan,

Farika Nurfalih

NIM. 2310268

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT yang mana berkat rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan tesis yang berjudul "Pengembangan E-Modul *Complex Problem Solving* (CPS) untuk meningkatkan Pemahaman Konseptual dan *Computational Thinking* Pada Materi Pemanasan Global". Selama proses penulisan tesis ini, penulis memperoleh dukungan, bimbingan, serta arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si. selaku dosen pembimbing I sekaligus dosen pembimbing akademik yang senantiasa memberikan bimbingan, saran perbaikan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis;
2. Dr. Muslim, M.Pd. selaku dosen pembimbing II yang senantiasa memberikan bimbingan, saran perbaikan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tesis;
3. Ibu Siti Rosicha dan Resti Niken Fauziyah selaku orang tua dan kakak tercinta yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan, doa, dan semangat kepada penulis sehingga dapat memulai semua proses yang ada;
4. Dr. Achmad Samsudin, M.Pd. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika, seluruh dosen, dan staf Tata Usaha yang telah memberikan izin dalam menyelesaikan penelitian;
5. Prof. Dr. Winny Liliawati, M.Si., Dr. Ahmad Aminudin, M.Si., Dr. Duden Saepuzaman, M.Pd. selaku penilai instrumen dan media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian;
6. Dr. Selly Feranie, M.Si., Dr. Hera Novia, M.T. selaku penguji I dan penguji II atas bimbingan yang telah diberikan kepada penulis untuk memperbaiki isi dan kepenulisan tesis;
7. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Pendidikan Fisika, serta seluruh staf dan jajarannya yang senantiasa menginspirasi dan memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis;

8. Ibu Entang, S.Pd. selaku praktisi penilai instrumen dan media pembelajaran yang digunakan dalam penelitian;
9. Keluarga besar SMA Negeri 1 Jatisari khususnya Ibu Wiwik Sukasih, S.Pd., M.Pd. serta seluruh siswa yang telah membantu penulis dalam melakukan penelitian;
10. Sumiati, S.Pd., Beta Kurnia Illahi, S.Pd., Ahmad Zulkarnain Zain, S.Pd., M. Rifky Fauzan, S.Pd., Alvin Syahrul Fauzan, S.Pd., Jovi Yuzer Budiman, S.Pd., Andreny Dwi Nurlita, S.Pd., Santri Ramadhani, S.Pd., Bu Entang, S.Pd., Vania Valda, S.Pd. Firda Fikri Andini, S.Pd. selaku teman yang selalu mendukung untuk menyelesaikan studi ini;
11. Teman-teman Magister Pendidikan Fisika angkatan 2023 yang telah memberikan dukungan dan motivasi untuk penulis;
12. Semua pihak yang membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Semoga segala amal kebaikan yang telah diperbuat dalam membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT. Aamiin.

Bandung, Agustus 2025
Yang membuat pernyataan,

Farika Nurfalah
NIM. 2310268

**PENGEMBANGAN E-MODUL *COMPLEX PROBLEM SOLVING* (CPS)
UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEPTUAL DAN
COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL**

Farika Nurfalih
2310268

Pembimbing I: Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.

Pembimbing II: Dr. Muslim, M.Pd.

Program Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul berbasis *Complex problem solving* (CPS) yang berorientasi pada peningkatan pemahaman konseptual dan *Computational Thinking* (CT) peserta didik SMA pada materi pemanasan global. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang mencakup tahap analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Subjek penelitian terdiri dari 36 siswa kelas eksperimen di salah satu SMA Negeri di Kabupaten Karawang. Instrumen penelitian mencakup tes pemahaman konseptual berbentuk pilihan ganda, tes kemampuan CT berbentuk uraian, serta lembar validasi media dan keterlaksanaan pembelajaran. Analisis data dilakukan menggunakan perhitungan *n-change* untuk mengukur peningkatan pemahaman konseptual dan CT dan uji hipotesis untuk menguji efektivitas e-modul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa e-modul CPS efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual dan CT peserta didik. Nilai *n-change* pemahaman konseptual sebesar 0,67 dan *n-change* CT sebesar 0,65, keduanya termasuk dalam kategori sedang. Nilai *effect size* sebesar 3,05 untuk aspek pemahaman konseptual dan 4,08 untuk aspek CT menunjukkan pengaruh besar dari penggunaan e-modul CPS terhadap peningkatan kedua aspek tersebut. Hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*, yang menegaskan efektivitas e-modul CPS dalam pembelajaran fisika. Dengan demikian, e-modul CPS ini dapat menjadi alternatif inovatif untuk meningkatkan keterampilan berpikir komputasional dan pemahaman konsep peserta didik pada materi pemanasan global.

Kata Kunci: e-Modul CPS, CT, Pemahaman Konseptual, Pemanasan Global

**DEVELOPMENT OF A COMPLEX PROBLEM SOLVING (CPS)
E-MODULE TO IMPROVE CONCEPTUAL UNDERSTANDING AND
COMPUTATIONAL THINKING ON GLOBAL WARMING MATERIAL**

Farika Nurfalah
2310268

Pembimbing I: Dr. Judhistira Aria Utama, M.Si.

Pembimbing II: Dr. Muslim, M.Pd.

Program Magister Pendidikan Fisika FPMIPA UPI

ABSTRACT

*This study aims to develop a Complex problem solving (CPS)-based e-module designed to enhance the conceptual understanding and Computational Thinking (CT) of high school students regarding global warming. The research method employed is Research and Development (R&D), utilizing the ADDIE development model, which encompasses the stages of analysis, design, development, implementation, and evaluation. The research subjects consisted of 36 students in an experimental class at a public high school in Karawang Regency. The research instruments included a multiple-choice conceptual understanding test, a descriptive CT ability test, a media validation sheet, and a learning implementation. Data analysis was conducted using *n-change* calculations to measure improvements in learning outcomes and hypothesis testing to evaluate the effectiveness of the e-module. The results showed that the CPS e-module was effective in improving students' conceptual understanding and CT. The *n-change* value for conceptual understanding was 0.67, and the *n-change* for CT was 0.65, both of which fall within the moderate category. The effect size values of 3.05 for the conceptual understanding aspect and 4.08 for the CT aspect indicate a significant influence of using the CPS e-module on improving both aspects. Statistical test results showed a significant difference between the pretest and posttest results, confirming the effectiveness of the CPS e-module in physics learning. Thus, this CPS e-module can serve as an innovative alternative for enhancing students' CT skills and conceptual understanding of global warming.*

Keywords: CPS e-Module, CT, Conceptual Understanding, Global Warming

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TESIS.....	ii
PERNYATAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ixiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2. Rumusan Masalah	9
1.3. Tujuan Penelitian.....	10
1.4. Definisi Operasional.....	10
1.4.1. E-Modul <i>complex problem solving</i>	10
1.4.2. Pemahaman konseptual.....	11
1.4.3. <i>Computational Thinking</i>	12
1.5. Manfaat Penelitian.....	12
BAB II KAJIAN TEORI.....	15
2.1. Pemahaman konseptual.....	15
2.2. <i>Computational Thinking</i>	18
2.2.1. Pengertian <i>Computational Thinking</i> (CT).....	18
2.2.2. Karakteristik <i>Computational Thinking</i> (CT).....	19
2.3. E-Modul <i>Complex problem solving</i> (CPS)	23
2.3.1. E-Modul	23
2.3.2. <i>Problem-based Learning</i> (PBL).....	24
2.3.3. <i>Complex Problem Solving</i> (CPS).....	25
2.4. Hubungan Penerapan E-Modul CPS dalam Pembelajaran PBL terhadap Pemahaman konseptual dan <i>Computational Thingking</i>	29
2.5. Materi Pemanasan Global.....	33

2.5.1. Fakta-Fakta Perubahan Lingkungan	33
2.5.2. Peningkatan Kadar CO ₂ di Atmosfer dibalik Peningkatan Suhu Bumi.....	37
2.5.3. Perubahan Lingkungan.....	38
2.5.4. Contoh Solusi Mengatasi Pemanasan Global	39
2.5.5. Hasil kesepakatan dunia international.....	40
2.6. Penelitian Terdahulu	43
2.7. Kerangka Penelitian	44
BAB III METODE PENELITIAN.....	47
3.1. Metode Penelitian.....	47
3.2. Desain Penelitian.....	47
3.3. Prosedur Penelitian.....	51
3.3.1. Tahap Analisis.....	52
3.3.2. Tahap Perancangan	53
3.3.3. Tahap Pengembangan	53
3.3.4. Tahap Implementasi	54
3.3.5. Tahap Evaluasi	54
3.4. Populasi dan Sampel.....	55
3.5. Instrumen Penelitian	55
3.5.1. Lembar Validasi E-Modul CPS	56
3.5.2. Instrumen Tes Pemahaman konseptual.....	57
3.5.3. Instrumen Tes Keterampilan <i>Computational Thinking</i>	58
3.5.4. Lembar Angket Respon Peserta Didik Terhadap E-Modul CPS	59
3.6. Teknik Analisis Data.....	60
3.6.1. Analisis Kelayakan E-Modul	60
3.6.2. Analisis Uji Keterbacaan E-Modul	61
3.6.3. Analisis Instrumen Tes Pemahaman konseptual.....	63
3.6.4. Analisis Instrumen Tes CT.....	73
3.6.5. Analisis Kelayakan E-Modul CPS terhadap Peningkatan Pemahaman konseptual dan CT	78
3.6.6. Analisis Data Angket Respon Peserta Didik Terhadap E-Modul CPS.....	81

BAB IV HASIL PENELITIAN	82
4.1. Kelayakan E-Modul <i>Complex problem solving</i>.....	82
4.1.1. Tahap Analisis.....	82
4.1.2. Tahap Perancangan	88
4.1.3. Tahap Pengembangan	95
4.1.4. Tahapan Implementasi	101
4.2. Efektivitas E-Modul CPS Terhadap Peningkatan Pemahaman konseptual.....	103
4.2.1. Hasil Uji Normalitas pada Aspek Pemahaman konseptual.....	103
4.2.2. Hasil Uji Homogenitas pada Aspek Pemahaman konseptual ...	104
4.2.3. Hasil Uji <i>Wilcoxon</i> pada Aspek Pemahaman konseptual	104
4.2.4. Hasil Uji <i>N-change</i> pada Aspek Pemahaman konseptual.....	104
4.2.5. Hasil <i>Effect size</i> pada Aspek Pemahaman konseptual	105
4.3. Efektivitas E-Modul CPS Terhadap Peningkatan CT Peserta Didik	106
4.3.1. Hasil Uji Normalitas pada Aspek CT.....	106
4.3.2. Hasil Uji Homogenitas pada Aspek CT	107
4.3.3. Hasil Uji <i>Wilcoxon</i> pada Aspek CT	107
4.3.4. Hasil <i>N-Change</i> pada Aspek CT.....	108
4.3.5. Hasil <i>Effect Size</i> pada Aspek CT.....	108
BAB V PEMBAHASAN.....	110
5.1. Kelayakan E-Modul <i>Complex problem solving</i>.....	110
5.1.1. Tahap Analisis.....	110
5.1.2. Tahap Perancangan	116
5.1.3. Tahap Pengembangan	118
5.1.4. Tahap Implementasi	123
5.2. Efektivitas E-Modul CPS Terhadap Peningkatan Pemahaman konseptual.....	140
5.2.1. Interpretasi Hasil Uji Normalitas pada Aspek Pemahaman konseptual	140
5.2.2. Interpretasi Hasil Uji Homogenitas pada Aspek Pemahaman konseptual	140

5.2.3. Interpretasi Hasil Uji <i>Wilcoxon</i> pada Aspek Pemahaman konseptual	141
5.2.4. Interpretasi Hasil <i>N-change</i> pada Aspek Pemahaman konseptual	142
5.2.5. Interpretasi Hasil <i>Effect size</i> pada Aspek Pemahaman konseptual	150
5.3. Efektivitas E-Modul CPS Terhadap Peningkatan CT Peserta didik	152
5.3.1. Interpretasi Hasil Uji Normalitas pada Aspek CT	152
5.3.2. Interpretasi Hasil Uji Homogenitas pada Aspek CT.....	152
5.3.3. Interpretasi Hasil Uji <i>Wilcoxon</i> pada Aspek pada Aspek CT ...	153
5.3.4. Interpretasi Hasil <i>N-change</i> pada Aspek CT.....	154
5.3.5. Interpretasi Hasil <i>Effect size</i> pada Aspek CT	160
BAB VI KESIMPULAN, IMPLIKASI, REKOMENDASI	162
5.1. Kesimpulan.....	162
5.2. Implikasi	163
5.3. Rekomendasi	164
DAFTAR PUSTAKA.....	165
LAMPIRAN	165

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik perubahan suhu permukaan global relatif terhadap rata-rata 1951–1980.....	33
Gambar 2.2 Makhluk hidup bergantung pada suhu permukaan laut: Terumbu Karang, Udang Krill, Penyu.....	34
Gambar 2.3 Kondisi gletser es Pegunungan Jaya Wijaya dari Juni 2010 hingga Maret 2018.....	35
Gambar 2.4 Peristiwa El Niño di Indonesia.....	36
Gambar 2.5 Peristiwa El Niño di Indonesia.....	36
Gambar 2.6 Kondisi Netral	37
Gambar 2.7 Mekanisme efek rumah kaca.....	37
Gambar 2.8 Sustainable Development Goals (SDGs)	42
Gambar 2.9 Diagram alur kerangka penelitian	46
Gambar 3.1 Desain Penelitian.....	50
Gambar 3.2 Prosedur Penelitian Pengembangan E-Modul CPS.....	52
Gambar 3.3 Angket respon peserta didik terhadap E-Modul CPS.....	60
Gambar 3.4 Output MINISTEP item measure instrumen tes pemahaman konseptual	71
Gambar 3.5 Output MINISTEP <i>item measure</i> instrumen tes CT	76
Gambar 4.1 Hasil Analisis Kebutuhan Bahan Ajar	88
Gambar 4.2 Hasil Angket Respon Peserta Didik Terhadap E-Modul CPS	102
Gambar 5.1 Hasil pengerjaan peserta didik pada aspek pemahaman konseptual indicator menafsirkan dan memberi contoh.....	127
Gambar 5.2 Hasil pengerjaan peserta didik pada aspek pemahaman konseptual indicator mengklasifikasikan dan meringkas	129
Gambar 5.3 Hasil pengerjaan peserta didik pada aspek pemahaman konseptual indicator menjelaskan, menarik inferensi dan membandingkan.....	130
Gambar 5.4 Hasil pengerjaan peserta didik aspek CT pada indikator dekomposisi dan pengenalan pola.....	132
Gambar 5.5 Hasil pengerjaan peserta didik aspek CT pada indikator abstraksi dan algoritma	133
Gambar 5.6 Hasil pengerjaan salah satu peserta didik pada praktikum <i>green house effect</i>	134
Gambar 5.7 Hasil Jawaban PD21 pada Indikator Menafsirkan	145
Gambar 5.8 Hasil Jawaban PD21 pada Indikator Mengklasifikasikan.....	146
Gambar 5.9 Hasil Jawaban PD21 pada Indikator Meringkas	147
Gambar 5.10 Hasil Jawaban PD21 pada Indikator Menarik Inferensi.....	147
Gambar 5.11 Hasil Jawaban PD21 pada Indikator Membandingkan	148
Gambar 5.12 Hasil Jawaban PD21 pada Indikator Menjelaskan.....	148
Gambar 5.13 Hasil Jawaban PD21 pada Indikator Memberi Contoh.....	149

Gambar 5.14 Perbandingan Hasil Pengerjaan PD21 dan PD14 pada Indikator Pengenalan Pola	157
Gambar 5.15 Perbandingan Hasil Pengerjaan PD21 dan PD14 pada Indikator Abstraksi	158
Gambar 5.16 Perbandingan Hasil Pengerjaan PD21 dan PD14 pada Indikator Algoritma	159

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Indikator CT.....	22
Tabel 2.2 Sintak <i>complex problem learning</i>	26
Tabel 2.3 Hubungan antara e Modul CPS melalui Model PBL, <i>Computational Thinking</i> , dan Pemahaman Konseptual.....	30
Tabel 3.1 <i>one group pretest-posttest design</i>	50
Tabel 3.2 Instrumen yang digunakan dalam penelitian	55
Tabel 3.3 Instrumen Lembar Uji Keterbacaan E-Modul CPS	57
Tabel 3.4 Distribusi Soal Pemahaman Konseptual.....	57
Tabel 3.5 Kisi-kisi instrumen tes pemahaman konseptual.....	58
Tabel 3.6 Distribusi soal tes CT	59
Tabel 3.7 Contoh kisi kisi instrumen tes CT.....	59
Tabel 3. 8 Kategori Validitas Produk.....	61
Tabel 3.9 Kriteria Validitas Aiken V	61
Tabel 3.10 Kriteria Hasil Analisis Uji Keterbacaan.....	63
Tabel 3.11 Hasil analisis butir soal pemahaman konseptual.....	63
Tabel 3.12 Kategori Nilai <i>Item Dimensionality</i>	65
Tabel 3.13 Hasil perhitungan validitas konstruk instrumen tes pemahaman konseptual	65
Tabel 3.14 Kriteria Kesesuaian Butir Soal.....	66
Tabel 3.15 Interpretasi Kesesuaian Butir Soal.....	66
Tabel 3.16 Hasil Validitas Empiris Butir pada Soal Tes Pemahaman Konseptual.....	67
Tabel 3.17 Interpretasi Nilai <i>Person Reliability</i> dan <i>Item Reliability</i>	69
Tabel 3.18 Interpretasi Uji Reliabilitas Berdasarkan Nilai <i>Cronbach Alpha</i> (α)..	69
Tabel 3.19 Hasil uji reliabilitas pada butir soal tes pemahaman konseptual	70
Tabel 3.20 Kriteria Tingkat Kesukaran Butir Soal	71
Tabel 3.21 Sebaran Tingkat Kesukaran Butir Soal Tes Pemahaman Konseptual	72
Tabel 3.22 Hasil analisis butir soal CT dengan Aiken V	73
Tabel 3.23 Hasil uji validitas konstruk pada butir soal tes CT	74
Tabel 3.24 Hasil Validitas Empiris Butir pada Soal Tes CT	74
Tabel 3.25 Hasil uji reliabilitas pada butir soal tes CT	75
Tabel 3.26 Sebaran Tingkat Kesukaran Butir Soal Tes CT	77
Tabel 3. 27 Interpretasi Nilai <i>N-change</i>	80
Tabel 3.28 Kriteria <i>effect size</i>	81
Tabel 3.29 Kriteria Penilaian Angket.....	81
Tabel 4.1 Capaian pembelajaran fisika fase E berdasarkan kurikulum merdeka .	83
Tabel 4.2 CP, TP, dan ATP berdasarkan Kurikulum Merdeka Fase E pada materi pemanasan global.....	84
Tabel 4.3 Karakteristik Materi	86
Tabel 4.4 Kisi-Kisi E-Modul CPS	90
Tabel 4.5 Komponen E-Modul CPS	95

Tabel 4.6 Rekapitulasi hasil Uji Validitas E-Modul CPS	99
Tabel 4.7 Perbaikan E-Modul CPS setelah Validasi.....	99
Tabel 4.8 Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan E-Modul CPS.....	101
Tabel 4.9 Hasil Uji Normalitas Aspek Pemahaman Konseptual	103
Tabel 4.10 Hasil Uji Homogenitas Aspek Pemahaman Konseptual.....	104
Tabel 4.11 Hasil Uji <i>Wilcoxon</i> Aspek Pemahaman Konseptual.....	104
Tabel 4.12 Hasil <i>N-Change</i> per indicator pada Aspek Pemahaman Konseptual	105
Tabel 4.13 Hasil Rata-Rata <i>N-Change</i> pada Aspek Pemahaman Konseptual	105
Tabel 4.14 Hasil <i>Effect size</i> pada Aspek Pemahaman Konseptual	106
Tabel 4.15 Hasil Uji Normalitas pada Aspek CT	106
Tabel 4.16 Hasil Uji Homogenitas pada Aspek CT	107
Tabel 4.17 Hasil Uji <i>Wilcoxon</i> pada Aspek CT	107
Tabel 4.18 Hasil <i>N-Change</i> per indicator pada Aspek CT	108
Tabel 4.19 Hasil Rata-Rata <i>N-Change</i> pada Aspek CT.....	108
Tabel 4.20 Hasil <i>Effect size</i> pada Aspek CT	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Instrumen Penelitian	175
Lampiran B. Lembar Validasi.....	254
Lampiran C. Hasil Validasi.....	277
Lampiran D. Pengolahan Data	284
Lampiran E. Dokumentasi Penelitian	297

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Susilawati, & Anwar, L. (2021). *Implementation of an Interactive E-Module to Improve Concept Understanding of Students*. 513, 78–84. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.201230.086>
- Adilla Nur Fadhilah. (2025). Peningkatan Kualitas Pendidikan Melalui Pendekatan Pembelajaran Inovatif Di Era Digital. *Journal Central Publisher*, 1(12), 1363–1368. <https://doi.org/10.60145/jcp.v1i12.310>
- Aiken, L. R. (1985). Three coefficients for analyzing the reliability and validity of ratings, educational and psychological measurement. *Educational and Psychological Measurement*, 45(1), 131–142.
- Akmala, F. F. (2025). *Efektivitas E-Modul Fisika Interaktif Berbasis PBL dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreatif*.
- Amaliyah, D. I., Purwoko, R. Y., Kurniawan, H., & Wibowo, T. (2023). Pengembangan Modul Ajar Berbasis Problem Based Learning Dalam Bentuk Flipbook Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *JP2M (Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Matematika)*, 9(2), 293–304. <https://doi.org/10.29100/jp2m.v9i2.4652>
- Andayani, R., & Prasetyo, Z. (2023). Development Instrument Test Based on Global Issues for Measure CT Skills in Physics. *Indonesian Journal of Science Education*, 11(1), 89–97.
- Anderson, L. W., Krathwohl Peter W Airasian, D. R., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. C. (2001). *Taxonomy for_ Assessing a Revision OF Bloom'S TaxONOMy OF EducatiONal Objectives*. <https://www.uky.edu/~rsand1/china2018/texts/Anderson-Krathwohl - A taxonomy for learning teaching and assessing.pdf>
- Ansori, M. (2020). Pemikiran Komputasi (Computational Thinking) dalam Pemecahan Masalah. *Dirasah : Jurnal Studi Ilmu dan Manajemen Pendidikan Islam*, 3(1), 111–126. <https://doi.org/10.29062/dirasah.v3i1.83>
- Anwarudin, M. (2020). Students' combinatorial generalization thinking skills in solving tessellation coloring pattern problems and its enhancement through problem-based learning. Dalam *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1465, Nomor 1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1465/1/012066>
- Arifa, M. F. (2023). PBL-Based PhET Simulations e-Worksheet: Improvement students' Communication Skill on Global Warming in Merdeka Curriculum. Dalam *ACM International Conference Proceeding Series* (hlm. 172–177). <https://doi.org/10.1145/3631991.3632019>
- Arikunto. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.

- Arniati, W., & Sukardiyono, S. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Learning (Pbl) Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep, Kemampuan Numerik Dan Berpikir Logis. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 48–57. <https://doi.org/10.21831/jpf.v10i2.11233>
- Aryan, Hegade, P., & Shettar, A. (2022). Effectiveness of Computational Thinking in Problem Based Learning. *Journal of Engineering Education Transformations*, 36(Special Issue 2), 179–185. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v36is2/23025>
- Aslan, A. (2021). Problem- based learning in live online classes: Learning achievement, problem-solving skill, communication skill, and interaction. *Computers and Education*, 171. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104237>
- Azzahra, S., Khasanah, N. I., & ... (2022). Analisis Kebutuhan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Teknologi di SMAN 8 Tanjung Jabung Barat pada Era Merdeka Belajar. *Prosiding Amal* <http://prosiding.amalinsani.org/index.php/semnas/article/view/19>
- Badke-Schaub, P., & Strohschneider, S. (1998). Complex problem solving in the cultural context. *Le travail humain*. <https://www.jstor.org/stable/40660110>
- Bond, T. G., & Fox, C. M. (2015). *Applying the Rasch model: Fundamental measurement in the human sciences (3rd ed.)*. Routledge/Taylor & Francis Group.
- Borges, M. C., Chachá, S. G. F., Quintana, S. M., Freitas, L. C. C., & Rodrigues, M. L. V. (2014). Problem-based learning. *Medicina (Brazil)*, 47(3), 301–307. <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v47i3p301-307>
- Bray, A., & Williams, J. (2020). Why is physics hard? Unpacking students' perceptions of physics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1512(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1512/1/012002>
- Breslyn, W., & McGinnis, J. R. (2019). Investigating preservice elementary science teachers' understanding of climate change from a computational thinking systems perspective. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/103566>
- Chen, M. J., She, H. C., & Tsai, P. Y. (2024). The effects of online simulation-based collaborative problem-solving on students' problem-solving, communication and collaboration attitudes. *Education and Information Technologies*, 29(14), 19141–19162. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12609-y>
- Cicyn Riantoni, Rusdi, Maison, & Upik Yelianti. (2023). Analysis of Student Problem Solving Processes in Physics. *International Journal of Education and Teaching Zone*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.57092/ijetz.v2i1.107>
- Clark, R. C. & Mayer, R. E. (t.t.). *E-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning* (4nd editio). John Wiley & Sons.
- Creswell. (2016). *Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing among Five Approaches*. CA: Sage Publications.

- Cronbach, L. J., & Meehl, P. E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin*, 52(4), 281–302. <https://doi.org/10.1037/h0040957>
- Diniyatushoaliha, A. (2024). Effectiveness of E-Module to Improve Students' Critical Thinking Skills in High School Science Learning: Literature Study. *International Journal of Science Education and Science*, 1(1), 6–12. <https://doi.org/10.56566/ijses.v1i1.106>
- Eichmann, B., Greiff, S., Naumann, J., & ... (2020). Exploring behavioural patterns during complex problem-solving. *Journal of Computer ...*. <https://doi.org/10.1111/jcal.12451>
- Fadilah, N. (2024). ANALISIS KEMAMPUAN COMPUTATIONAL THINKING SISWA SMP DALAM MENYELESAIKAN SOAL HOTS DITINJAU DARI TINGKAT DISPOSISI MATEMATIS [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/120719/>
- Fakihah. (2024). *Pembelajaran Berdiferensiasi pada Kurikulum Merdeka*.
- Fischer, A., Greiff, S., & Funke, J. (2012). The Process of Solving Complex Problems. *The Journal of Problem Solving*, 4(1). <https://doi.org/10.7771/1932-6246.1118>
- Funke, J. (2010). Complex problem solving: A case for complex cognition? *Cognitive processing*. <https://doi.org/10.1007/s10339-009-0345-0>
- Funke, J. (2012). Complex problem solving. *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (682-685) https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2233373
- Funke, J. (2014). Analysis of minimal complex systems and complex problem solving require different forms of causal cognition. Dalam *Frontiers in psychology*. [frontiersin.org. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00739](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00739)
- Grežo, M., & Sarmány-Schuller, I. (2022). It is not enough to be smart: on explaining the relation between intelligence and complex problem solving. *Technology, Knowledge and Learning*. <https://doi.org/10.1007/s10758-021-09498-2>
- Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Gumisirizah, N. (2024). Boosting learning achievement in physics among Ugandan form-2 students: effect of problem-based learning. *Physics Education*, 59(1). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/acfebb>
- Hadira, H., Sari, M. S., & Sulisetijono, S. (2024). Development of E-Modules Based on Problem-Based Learning to Improve Problem-Solving Skills and Student Self-Efficacy. *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika*, 8(1), 86–101. <https://doi.org/10.36312/esaintika.v8i1.1622>
- Hildawati, Haryani, Umar, N., Suprayitno, D., Mukhlis, I. R., Sulistyowati, D. I. D., Budiman, Y. U., Saktisyahputra, Ginting, T. W., Faisal, Thomas, A., Sampebua, M.

- R., Susiang, M. I. N., & Judijanto, L. (2024). *Literasi Digital: Wawasan Cerdas dalam Perkembangan Dunia Digital Terkini* (Nomor April).
- iain tulungagung. (2023). Model Pembelajaran. Dalam *Encyclopedia of Human Resource Management, Second Edition*. [http://repo.iain-tulungagung.ac.id/10813/5/BAB II.pdf](http://repo.iain-tulungagung.ac.id/10813/5/BAB%20II.pdf)
- Irvani, A. I., Rochintaniawati, D., Riandi, R., & Sinaga, P. (2024). Analyzing the Integration of Computational Thinking in Science and Physics Education within the Indonesian Curriculum. *Kasuari: Physics Education Journal (KPEJ)*, 7(1), 182–194. <https://doi.org/10.37891/kpej.v7i1.620>
- Irvani, A. I., Warliani, R., Amarulloh, R. R., & Garut, U. (2020). Pelatihan Pemanfaatan Teknologi Informasi Komunikasi Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal PkM MIFTEK*, 1(1), 35–41. <http://jurnal.sttgarut.ac.id>
- Jacob Cohen. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd Edition)*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Jonassen, D. H. (2004). *Creativity_books_Jonassen D H Learning To Solve Problems- An Instructional Design Guide (Wiley,2004)(T)(253S).pdf*. 253. www.pfeiffer.com
- Kanaki, K., Kalogiannakis, M., Poulakis, E., & Politis, P. (2022). Investigating the Association between Algorithmic Thinking and Performance in Environmental Study. *Sustainability (Switzerland)*, 14(17). <https://doi.org/10.3390/su141710672>
- Kemendikbud. (2022). Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No 21 Tahun 2022 Tentang Standar Penilaian Pendidikan pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah. *Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Riset dan Teknologi*, 9.
- Kipman, U., Bartholdy, S., Weiss, M., Aichhorn, W., & ... (2022). Personality traits and complex problem solving: Personality disorders and their effects on complex problem-solving ability. Dalam *Frontiers in ...*. [frontiersin.org. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.788402](https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.788402)
- Kolmos, A., Bertel, L. B., Holgaard, J. E., & ... (2020). Project types and complex problem-solving competencies: Towards a conceptual framework. *8th International Research ...*. <https://vbn.aau.dk/en/publications/project-types-and-complex-problem-solving-competencies-towards-a->
- Kotsopoulos, D., Floyd, L., Khan, S., Namukasa, I. K., Somanath, S., Weber, J., & Yiu, C. (2017). A Pedagogical Framework for Computational Thinking. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 154–171. <https://doi.org/10.1007/s40751-017-0031-2>
- Kurnianto, A., Sunjaya, D. K., Rinawan, F. R., & Hilmanto, D. (2023). Validation and Reliability of Lifestyle Instruments for Indonesian Adolescents with Hypertension Family History: A Rasch Model. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 11(B), 109–114. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2023.11127>
- Kurniawan, B., Dwikoranto, D., & ... (2023). Implementasi problem based learning untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa: Studi pustaka: Implementation of problem

Farika Nurfalih, 2025

PENGEMBANGAN E-MODUL COMPLEX PROBLEM SOLVING (CPS) UNTUK MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEPTUAL DAN COMPUTATIONAL THINKING PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- based learning to improve students' *Practice of The Science of*
<http://jurnal.hafecs.id/index.php/hafecspost/article/view/28>
- Lai, C. L., & Hwang, G. J. (2014). Effects of mobile learning time on students' conception of collaboration, communication, complex problem-solving, meta-cognitive awareness and creativity. *International Journal of Mobile*
<https://doi.org/10.1504/IJMLO.2014.067029>
- Latifah, N., Setyadi Kurniawan, E., kunci, K., Flipbook Maker, K., & Berpikir Kritis, K. (2020). Pengembangan e-Modul Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Development of Physics E-Modules to Improve Critical Thinking Ability of Students. *Jips: Jurnal Inovasi Pendidikan Sains*, 01, 1–7.
<http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/jips>
- Lehtonen, A., Salonen, A., Cantell, H., & Riuttanen, L. (2018). A pedagogy of interconnectedness for encountering climate change as a wicked sustainability problem. *Journal of Cleaner Production*, 199, 860–867.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.186>
- Maharani, S., Nusantara, T., Rahman Asari, A., & Qohar, A. (2020). Computational thinking pemecahan masalah di abad ke-21 Critical thinking View project Teaching for Critical Thinking View project. Dalam ... : *Katalog Dalam Terbitan* ... (Nomor January 2021). <https://www.researchgate.net/publication/347646698>
- Makassar, U. N., & Information, A. (2022). *A systemic review of Problem-Based Learning (PBL) and Computational Thinking (CT) in teaching and learning*. 5(2), 46–52.
<https://doi.org/10.33750/ijhi.v5i2.145>
- Marx, J. D., & Cummings, K. (2007). Normalized change. *American Journal of Physics*, 75(1), 87–91. <https://doi.org/10.1119/1.2372468>
- Maulidia, A., Lesmono, A. D., & Supriadi, B. (2019). Inovasi pembelajaran Fisika melalui penerapan model PBL (problem based learning) dengan pendekatan stem education untuk meningkatkan hasil belajar siswa *Fkip E-Proceeding*.
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/fkip-epro/article/view/15164>
- Mayer, R. E. (2003). *Multimedia Learning (4th ed.)*. Cambridge University Press.
- Medi Zahara. (2024). Pengembangan E-Modul Berbasis Problem-Solving Pada Materi Pemanasan Global. *Indonesian Journal of Science Learning (IJS�)*, 4(2), 101–113.
<https://doi.org/10.15642/ijsl.v4i2.2582>
- Minarti, I. B., Nurwahyunani, A., Anisa, L. N., & ... (2023). Pengaruh Model Pembelajaran PBL dalam Mengembangkan Berpikir Kritis, Keaktifan, dan Hasil Belajar Siswa. ... *Matematika & Ilmu* <https://mathedu.joln.org/index.php/edu/article/view/26>
- Mitrayana. (2024). *PENINGKATAN KEMAMPUAN COMPUTATIONAL THINKING DAN KEMANDIRIAN BELAJAR DALAM PEMBELAJARAN MATEMATIKA SISWA SMA DENGAN MENGGUNAKAN MODEL PEMBELAJARAN M-APOS* [Universitas Pendidikan Indonesia]. <http://repository.upi.edu/120956/>

- Molnár, G., & Greiff, S. (2023). Understanding transitions in complex problem-solving: Why we succeed and where we fail. Dalam *Thinking Skills and Creativity*. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871187123001761>
- Mou, T. Y. (2023). Online learning in the time of the COVID-19 crisis: Implications for the self-regulated learning of university design students. *Active Learning in Higher Education*, 24(2), 185–205. <https://doi.org/10.1177/14697874211051226>
- Mufidah, A., Indana, S., & Arifin, I. S. Z. (2023). E-Module Based on Blended Learning Type Flipped Classroom on Climate Change Materials to Train Students' Digital Literacy Ability. *International Journal of Current Educational Research*, 2(1), 1–16. <https://doi.org/10.53621/ijocer.v2i1.204>
- Muliyati, D. (2020). Train the computational thinking skill using problem-based learning worksheet for undergraduate physics student in computational physics courses. Dalam *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1521, Nomor 2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1521/2/022024>
- Nasution, I. B. (2019). Effectiveness problem-based learning (PBL) with reading infusion strategic to improving scientific literacy for high school students on topic global warming. Dalam *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1280, Nomor 5). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1280/5/052013>
- Nouri, J., Zhang, L., Mannila, L., & Norén, E. (2020). Development of computational thinking, digital competence and 21st century skills when learning programming in K-9. *Education Inquiry*, 11(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/20004508.2019.1627844>
- OECD. (2023). PISA 2022 Results Indonesia. *Factsheets*, 1–9. <https://www.oecd.org/publication/pisa-2022-results/country-notes/malaysia-1dbe2061/>
- Piaget, J. (1954). *The construction of reality in the child*. Basic Books.
- Planinic, M., Boone, W. J., Susac, A., & Ivanjek, L. (2019). Rasch analysis in physics education research: Why measurement matters. *Physical Review Physics Education Research*, 15(2), 20111. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020111>
- Purnasari, P. D., & Sadewo, Y. D. (2020). Pemanfaatan Teknologi Dalam Pembelajaran Sebagai Upaya Peningkatan Kompetesnsi Pedagogik. *Publikasi Pendidikan*, 10(3), 189. <https://doi.org/10.26858/publikan.v10i3.15275>
- Putra, A., Sumarmi, S., Sahrina, A., Fajrilia, A., & ... (2021). Effect of mobile-augmented reality (MAR) in digital encyclopedia on the complex problem solving and attitudes of undergraduate student. ... *Journal of Emerging* <https://www.learntechlib.org/p/220045/>
- Putra, R. R., & Siregar, A. A. (2022). *PROJECT BASED LEARNING-COMPUTATIONAL THINKING (PBL-CT) PRODUCT DEVELOPMENT IN MOBILE PROGRAMMING COURSES*. 6(6), 2478–2493.

- Rabiee, M., & Tjoa, A. M. (2017). From abstraction to implementation: Can computational thinking improve complex real-world problem solving? A computational thinking-based approach to the SDGs. *IFIP Advances in Information and Communication Technology*, 504, 104–116. https://doi.org/10.1007/978-3-319-59111-7_10
- Rahmawati, F., Sarwanto, S., & ... (2022). Physics Teachers' Perception of the Need for Android-Based E-Modules with Hybrid-Pbl Model on Sound Wave Material. ... *Nasional Fisika (E ...)*, X, 7–12.
- Rahmawati, I., Nisrina, N., & Abdani, M. R. (2022). Multi-representation-based interactive physics electronic module as teaching materials in online learning. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 11(1), 47–55. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v11i1.10544>
- Rankin, E. F. (1970). *THIS DOCUMENT HAS BEEN EDUCATION REPRO-Grade Level Interpretation of Cloze Readability Scores* DUCED EXACTLY AS RECEIVED FROM THE PERSON OR ORGANIZATION ORIGINATING IT. POINTS OF VIEW OR OPINIONS STATED DO NOT NECESSARILY REPRESENT OFFICIAL OFFICE OF EDU-*.
- Reinfried, S., Aeschbacher, U., & Rottermann, B. (2012). Improving students conceptual understanding of the greenhouse effect using theory-based learning materials that promote deep learning. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 21(2), 155–178. <https://doi.org/10.1080/10382046.2012.672685>
- Risdalina, R. (2024). Liveworksheet sebagai Media Evaluasi Hasil Belajar Kognitif Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. Dalam *Harmoni Media dan Metode dalam Pembelajaran IPA* (Vol. 1). <https://doi.org/10.5281/zenodo.10638514>
- Robert Maribe, B. (2009). Approach, Instructional Design: The ADDIE. Dalam *Department of Educational Psychology and Instructional Technology University of Georgia* (Vol. 53, Nomor 9).
- Sandari, T. (2020). Analisis Minat Siswa Terhadap Mata Pelajaran Fisika Di Sma N 1 Batanghari. *EduFisika*, 5(02), 118–123. <https://doi.org/10.22437/edufisika.v5i02.10886>
- Sari, R. I., Kurniawan, W., Basuki, F. R., Studi, P., Fisika, P., Jambi, U., Studi, P., & Fisika, P. (2021). Physics and Science Education Journal (PSEJ) Volume 1 Nomor 1 , April 2021 E-ISSN 2776-8163 Abstrak : Physics and Science Education Journal (PSEJ). *Physics and science education journal (PSEJ)*, 1(April), 1–7.
- Scherer, R., Greiff, S., & Hautamäki, J. (2015). Exploring the relation between time on task and ability in complex problem solving. *Intelligence*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160289614001445>
- Selano, Y. P., Sutimin, L. A., & Sumaryati, S. (2024). Web-Based E-Module with a Project Based Learning Approach to Improve Computational Thinking Skills of High School Students. *Journal of Education Technology*, 8(4), 763–775. <https://doi.org/10.23887/jet.v8i4.85248>

- Stadler, M. J., Becker, N., Greiff, S., & ... (2016). The complex route to success: complex problem-solving skills in the prediction of university success. ... *Education Research & ...* <https://doi.org/10.1080/07294360.2015.1087387>
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabet.
- Suherly, T., Azizahwati, A., & Rahmad, M. (2023). Kemampuan Pemahaman Konsep Awal Siswa dalam Pembelajaran Fisika : Analisis Tingkat Pemahaman pada Materi Fluida Dinamis. *Jurnal Paedagogy*, 10(2), 494. <https://doi.org/10.33394/jp.v10i2.7239>
- Sumarni, R. A., & Kumala, S. A. (2024). Analysis of Learning Media Needs for Physics of Motion Course Based on Android Platform. *Journal of Insan Mulia Education*. <https://ejournal.imbima.org/index.php/joinme/article/view/92>
- Sumintono, B., & Widhiarso, W. (2014). *Rasch Model Applications For Study Sciences Social (Edition) Revision; T. Bambang, ed.*. Trim Komunikata Publishing House.
- Sumintono, B., Islam, U., Indonesia, I., Widhiarso, W., & Mada, U. G. (2015). *RaschH. October*.
- Sundstrom, M., Gambrell, J., Green, C., Traxle, A. L., & Brewe, E. (2025). *Relative benefits of different active learning methods to conceptual physics learning*. 1–9. <http://arxiv.org/abs/2505.04577>
- Tariq, R., Aponte Babines, B. M., Ramirez, J., Alvarez-Icaza, I., & Naseer, F. (2024). Computational thinking in STEM education: current state-of-the-art and future research directions. *Frontiers in Computer Science*, 6(January). <https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1480404>
- Tawfik, A. A., Gish-Lieberman, J. J., Gatewood, J., & Arrington, T. L. (2021). How K-12 Teachers Adapt Problem-Based Learning. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 15(1). <https://doi.org/10.14434/ijpbl.v15i1.29662>
- Thacker, I., & Sinatra, G. M. (2019). Visualizing the greenhouse effect: Restructuring mental models of climate change through a guided online simulation. *Education Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/educsci9010014>
- Trullàs, J. C. (2022). Effectiveness of problem-based learning methodology in undergraduate medical education: a scoping review. *BMC Medical Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12909-022-03154-8>
- Vickers, A. J. (2005). Parametric versus non-parametric statistics in the analysis of randomized trials with non-normally distributed data. *BMC Medical Research Methodology*, 5, 1–12. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-5-35>
- Vidak, A., Movre Šapić, I., Mešić, V., & Gomzi, V. (2024). Augmented reality technology in teaching about physics: a systematic review of opportunities and challenges. *European Journal of Physics*, 45(2), 1–43. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad0e84>
- Vygotsky. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.

- Wahidin. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran Visual Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Ilmiah Edukatif*, 11(01), 285–295.
- Warsita, B. (2020). TANTANGAN DAN PELUANG PRODUK-PRODUK PROFESI PENGEMBANG TEKNOLOGI PEMBELAJARAN DI ERA DIGITAL Product Challenges and Opportunities of Instructional Designer in Digital Era. *Jurnal TEKNODIK*, 24(2), 161–174.
- Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>
- Weller, D. P., Bott, T. E., Caballero, M. D., & Irving, P. W. (2021). *Developing a learning goal framework for computational thinking in computationally integrated physics classrooms*. 1–46. <http://arxiv.org/abs/2105.07981>
- Widianto, E. (2021). Pemanfaatan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi. *Journal of Education and Teaching*, 2(2), 213. <https://doi.org/10.24014/jete.v2i2.11707>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 3(49), 33–35.
- Wulandari, R., & Supiah YL, I. (2023). Effectiveness of Problem-Based Learning Chemistry Modules and Their Impact on Students' Critical Thinking Abilities. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(SpecialIssue), 163–170. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9ispecialissue.5757>
- Yadav, A. (2020). Sentiment analysis using deep learning architectures: a review. *Artificial Intelligence Review*, 53(6), 4335–4385. <https://doi.org/10.1007/s10462-019-09794-5>
- Yuliana, R., Hakim, L. El, & Aziz, T. A. (2024). Integrasi Computational Thinking dalam Pengembangan Media Pembelajaran melalui Konstruktivisme. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 6(1), 63–69. <https://doi.org/10.21009/jrpmj.v6i1.29027>
- Yusuf, N. R., Bektiarso, S., & Sudarti, S. (2020). Pengaruh Model PBL Dengan Media Google Classroom Terhadap Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa. ... *dan Aplikasi Pendidikan Fisika*. <http://112.78.38.8/index.php/orbita/article/view/3043>
- «CT» И «5C's»: ОБЯЗАТЕЛЬНЫЕ НАВЫКИ 21-го ВЕКА. (2012). 94–95.