

**EFEKTIVITAS INTEGRASI ASESMEN FORMATIF *SELF-DIAGNOSTIC LEARNING LOGS* PADA MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* DALAM
MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA
DIDIK SMA PADA MATERI TERMODINAMIKA**



SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Fisika

Oleh:

Fuzi Warisnan

2100288

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

2025

**EFEKTIVITAS INTEGRASI ASESMEN FORMATIF *SELF-DIAGNOSTIC
LEARNING LOGS* PADA MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* DALAM
MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA
DIDIK SMA PADA MATERI TERMODINAMIKA**

Oleh

FUZI WARISNAN

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

©Fuzi Warisnan

Universitas Pendidikan Indonesia

Juli, 2025

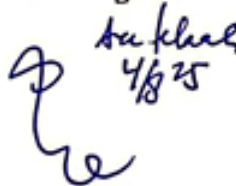
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari pribadi

LEMBAR PENGESAHAN
FUZI WARISNAN
EFEKTIVITAS INTEGRASI ASESMEN FORMATIF *SELF-DIAGNOSTIC*
***LEARNING LOGS* PADA MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* DALAM**
MENINGKATKAN KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PESERTA
DIDIK SMA PADA MATERI TERMODINAMIKA

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing 1



Dr. Ridwan Efendi, M.Pd

NIP. 197701102008011011

Pembimbing 2



Dr. Muslim, M.Pd

NIP. 196406061990031003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan

Fisika



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

NIP. 198310072008121004

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fuzi Warisan

NIM : 2100288

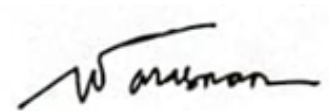
Program Studi : Pendidikan Fisika

Judul Karya : Efektivitas Integrasi Asesmen Formatif *Self-Diagnostic Learning Logs* Pada Model *Problem Based Learning* Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik SMA Pada Materi Termodinamika

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis ini merupakan hasil kerja saya sendiri. Saya menjamin bahwa seluruh isi karya ini, baik sebagian maupun keseluruhan, bukan merupakan plagiarisme dari karya orang lain, kecuali pada bagian yang telah dinyatakan dan disebutkan sumbernya dengan jelas.

Jika di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap etika akademik atau unsur plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku di Universitas Pendidikan Indonesia.

Bandung, 25 Juli 2025



Fuzi Warisan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat, kasih sayang, serta kemudahan-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul **“Efektivitas Integrasi Asesmen Formatif *Self-diagnostic Learning Logs* pada Model *Problem Based Learning* dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik SMA pada Materi Termodinamika”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak yang telah banyak membantu penulis, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

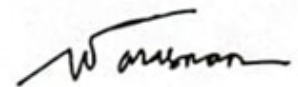
1. Kedua orang tua, Enan dan Julia serta saudara kandung penulis Nia Kurnia, Lukiyah Zamil, Noni Warisan, Noneng Nursila, Puja Rahmawati yang telah mendoakan, memberikan motivasi, serta mendukung tiada henti baik secara moral dan materil, serta cinta yang tidak pernah putus sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ridwan Efendi, M.Pd. selaku dosen Pembimbing I sekaligus Pembimbing Akademik, yang telah banyak membantu dari awal perkuliahan penulis dimulai dan memberikan bimbingan, saran, nasehat, motivasi, serta memberikan ilmunya dalam penyelesaian skripsi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
3. Bapak Dr. Muslim, M.Pd. selaku dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya dengan sabar dalam memberikan bimbingan, saran, nasihat, motivasi, serta memberikan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan tepat waktu.
4. Ibu Prof. Dr. Winny Liliawati, S.Pd., M.Si., Ibu Lina Aviyanti, S.Pd, M.Si., Ph.D., Ibu Dra. Heni Rusnayati, M.Si., Bapak Drs. Agus Danawan, M.Si., M. Reza Dwi Saputra, M.Pd. sebagai validator ahli yang telah memberikan saran dan masukan terhadap instrumen yang digunakan dalam penelitian skripsi ini.

5. Ibu Dra. Heni Nuraeni dan Ibu Septhy Dwi J., S.Pd., selaku guru mata pelajaran Fisika dan validator yang telah mengizinkan penelitian, serta memotivasi penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Clarinta Alvani, Eka Rahmania, Nilam Sari, Yesi Puspita Sari, Salsabila Amalia Putri, Vannesa Tita Tania, sebagai sahabat yang telah memberikan dukungan, motivasi, serta saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Teman-teman P3K yang selalu meluangkan waktunya untuk penulis bercerita, memberikan motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
8. Rekan-rekan seperjuangan Pendidikan Fisika 2021 serta teman-teman Tutorial dan Kopma yang selalu memberikan dukungan kepada penulis.
9. Anak-anak kelas XI-A dan XI-C yang telah bersedia membantu penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan, khususnya dalam asesmen dan pembelajaran fisika.

Bandung, Juli 2025

Penulis,



Fuzi Warisnan

Efektivitas Integrasi Asesmen Formatif *Self-diagnostic Learning Logs* pada Model *Problem Based Learning* dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik SMA pada Materi Termodinamika

Fuzi Warisnan¹, Ridwan Efendi², Muslim³

Departemen Pendidikan Fisika, FPMIPA, Universitas Pendidikan Indonesia
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia

Email : warisnanfuzi@upi.edu

Telp/HP : 085793926450

ABSTRAK

Peserta didik masih mengalami kesulitan dalam menyelesaikan masalah fisika, khususnya pada materi Termodinamika yang membutuhkan pemahaman konseptual dan kemampuan berpikir analitis. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui peningkatan kemampuan pemecahan masalah serta dampak integrasi asesmen formatif *self-diagnostic learning logs* pada model *problem based learning* dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik SMA pada materi Termodinamika. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Quasi Experimental Design* yaitu *Nonequivalent Control Design*. Penelitian ini menggunakan satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol, masing-masing terdiri dari 36 peserta didik kelas XI MIPA di salah satu SMA Negeri di Kota Bandung. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tes kemampuan pemecahan masalah, tes formatif serta angket respon peserta didik terhadap asesmen formatif *self-diagnostic learning logs* pada model *problem based learning*. Teknik analisis data yang digunakan meliputi uji normalitas, uji hipotesis menggunakan uji statistik non-parametrik *Mann–Whitney U Test*, serta perhitungan N-Gain dan *effect size* untuk melihat peningkatan dan dampak perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dampak integrasi asesmen formatif *self-diagnostic learning logs* pada model *problem based learning* terdapat dampak dalam kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Kata Kunci: *Self-diagnostic learning logs*, Model *problem based learning*, kemampuan pemecahan masalah

The Effectiveness of Integrating Formative Assessment Self-diagnostic Learning Logs in the Problem-Based Learning Model in Improving High School Students' Problem-Solving Skills in Thermodynamics

Fuzi Warisnan¹, Ridwan Efendi², Muslim³

*Department of Physics Education, FPMIPA, Indonesia University of Education
Jl. Dr. Setiabudhi 229 Bandung 40154, Indonesia*

Email : warisnanfuzi@upi.edu

Telp/HP : 085793926450

ABSTRACT

Students still experience difficulties in solving physics problems, especially in thermodynamics, which requires conceptual understanding and analytical thinking skills. The purpose of this study is to determine the improvement in problem-solving skills and the impact of integrating formative self-diagnostic learning logs assessments into the problem-based learning model in improving the problem-solving skills of high school students in thermodynamics. The research method used in this study was Quasi Experimental Design, namely Nonequivalent Control Design. This study used one experimental class and one control class, each consisting of 36 grade XI MIPA students at a public high school in Bandung. The instruments used in this study were problem-solving ability tests, formative tests, and questionnaires on student responses to formative assessments of self-diagnostic learning logs in the problem-based learning model. The data analysis techniques used included normality tests, hypothesis testing using the Mann–Whitney U Test non-parametric statistical test, and N-Gain and effect size calculations to see the improvement and impact of the treatment. The results of the study indicate that the integration of formative assessment of self-diagnostic learning logs in the problem-based learning model has an impact on students' problem-solving skills.

Keywords: *Self-diagnostic learning logs, Problem-based learning model, problem-solving skills*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Definisi Operasional.....	5
1.6 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Kemampuan Pemecahan Masalah	8
2.1.1 Pengertian Kemampuan Pemecahan Masalah	8
2.1.2 Langkah-langkah Kemampuan Pemecahan Masalah.....	9
2.1.3 Indikator Kemampuan Pemecahan Masalah.....	10
2.2 <i>Self-Diagnostic Learning Logs</i> Sebagai Asesmen Formatif.....	11
2.3 <i>Model Problem Based Learning</i>	16
2.3.1 Kelebihan dan Kekurangan <i>Model Problem Based Learning</i>	19

2.4	Hubungan Asesmen Formatif <i>Self-Diagnostic Learning Logs</i> Pada Model <i>Problem Based Learning</i> dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah.....	20
2.5	Uraian Materi Termodinamika	26
BAB III METODE PENELITIAN		42
3.1	Metode dan Jenis Penelitian.....	42
3.1.1	Metode Penelitian.....	42
3.1.2	Jenis Penelitian.....	42
3.2	Populasi dan Sampel.....	43
3.2.1	Populasi	43
3.2.2	Sampel.....	43
3.3	Teknik Pengumpulan Data	43
3.3.1	Wawancara.....	43
3.3.2	Tes.....	44
3.3.3	Survei	44
3.4	Prosedur Penelitian.....	44
3.4.1	Tahap Persiapan	45
3.4.2	Tahap Pelaksanaan.....	45
3.4.3	Tahap Akhir	47
3.5	Prosedur Analisis Data	47
3.5.1	Uji Instrumen Penelitian	47
3.5.2	Analisis Hasil Penelitian	58
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		63
4.1	Peningkatan Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta Didik.....	63
4.1.1	Uji N-Gain.....	63

4.2 Dampak Integrasi Asesmen Formatif <i>Self-Diagnostic Learning Logs</i> Pada Model <i>Problem Based Learning</i> Dalam Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah	75
4.2.1 Uji Normalitas.....	75
4.2.2 Uji Hipotesis.....	76
4.2.3 Uji Rosenthal.....	77
4.3 Respon Peserta Didik Terkait Integrasi Asesmen Formatif <i>Self-Diagnostic Learning Logs</i> Pada Model <i>Problem Based Learning</i>.....	81
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	84
5.1 Simpulan	84
5.2 Saran.....	84
DAFTAR PUSTAKA	85
LAMPIRAN – LAMPIRAN	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Indikator Pemecahan Masalah.....	10
Tabel 2.2	Langkah-langkah <i>Problem Based Learning</i> menurut (Arends 2012). ..	18
Tabel 2.3	Hubungan Asesmen Formatif <i>Self-Diagnostic Learning Logs</i> Pada Model <i>Problem Based Learning</i>	22
Tabel 3.1	<i>Control group pretest-posttest design</i>	42
Tabel 3.2	Tabel Indeks Aiken's V	48
Tabel 3.3	Kriteria Indeks Aiken V	49
Tabel 3.4	Hasil Penilaian Validitas Isi Oleh Validator.....	50
Tabel 3.5	Kriteria <i>rtabel Validitas Konstruk</i>	52
Tabel 3.6	Hasil Uji Validitas Konstruk Pada Soal Uji Coba	52
Tabel 3.7	Kriteria Koefisien Reliabilitas Alpha.....	53
Tabel 3.8	Hasil Uji Reliabilitas.....	54
Tabel 3.9	Interpretasi Tingkat Kesukaran.....	54
Tabel 3.10	Hasil Tingkat Kesukaran Soal Uji Coba	55
Tabel 3.11	Interpretasi Daya Pembeda	56
Tabel 3.12	Hasil Daya Pembeda Soal Uji Coba	56
Tabel 3.13	Rekapitulasi Penentuan Pemilihan Butir Tes Kemampuan Pemecahan Masalah	57
Tabel 3.14	Kategori Skor N-Gain.....	58
Tabel 3.15	Kriteria Uji Normalitas	59
Tabel 3.16	Kriteria Keputusan Uji <i>Mann-Whitney U Test</i>	60
Tabel 3.17	Interpretasi Kriteria <i>Rosenthal's r</i>	61
Tabel 3.18	Perolehan Skor pada Setiap Pernyataan	62
Tabel 3.19	Kriteria Analisis Respon Peserta didik	62
Tabel 4.1	Nilai N-Gain Pada Kelas Eksperimen & Kontrol.....	63
Tabel 4.2	Nilai N-Gain Setiap Indikator KPM Pada Kelas Eksperimen	68
Tabel 4.3	Nilai N-Gain Setiap Indikator KPM Pada Kelas Kontrol.....	68
Tabel 4.4	Hasil Uji Normalitas <i>Shapiro Wilk</i> (Kelas Eksperimen)	75
Tabel 4.5	Hasil Uji Normalitas <i>Shapiro Wilk</i> (Kelas Kontrol)	75
Tabel 4.6	Hasil Uji Hipotesis <i>Mann-Whitney U Test</i>	76

Tabel 4.7 Hasil Nilai <i>effect size</i> Pada Kelas Eksperimen	78
Tabel 4.8 Hasil Respon Peserta Didik Terhadap Integrasi Asesmen Formatif <i>Self-Diagnostic Learning Logs</i> Pada Model <i>Problem Based Learning</i>	81

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Gas ideal dalam silinder yang dilengkapi piston yang dapat digerakkan.....	29
Gambar 2.2 PV grafik untuk gas ideal yang mengalami proses isothermal pada dua suhu berbeda.....	30
Gambar 2.3 PV grafik untuk proses adiabatik (AC) dan isothermal (AB) pada gas ideal.....	31
Gambar 2.4 Proses isobarik (“tekanan sama”)	32
Gambar 2.5 Proses isovolumetrik (“volume sama”)	33
Gambar 2.6 (a) Gas dalam silinder yang menempati volume V pada tekanan P . (b) Menekan piston ke bawah mengompres gas.	34
Gambar 2.7 Komponen suatu mesin Carnot.....	37
Gambar 2.8 Grafik Siklus Carnot	38
Gambar 2.9 Komponen suatu Mesin Refrigerator.....	40
Gambar 4.1 Cuplikan Soal Uraian <i>pretest & posttest</i>	64
Gambar 4.2 Cuplikan Jawaban <i>pretest</i> Peserta didik	64
Gambar 4.3 Jawaban <i>posttest</i> Peserta didik.....	65
Gambar 4.4 Jawaban <i>pretest</i> peserta didik pada <i>visualize the problem</i>	69
Gambar 4.5 Jawaban <i>posttest</i> peserta didik pada <i>visualize the problem</i>	69
Gambar 4.6 Jawaban <i>pretest</i> peserta didik pada <i>describe the problem in physics terms</i>	70
Gambar 4.7 Jawaban <i>pretest</i> peserta didik pada <i>describe the problem in physics terms</i>	71
Gambar 4.8 Hasil Jawaban <i>Pretest</i> pada Indikator <i>Plan a Solution</i>	71
Gambar 4.9 Hasil Jawaban <i>posttest</i> pada indikator <i>plan a solution</i>	72
Gambar 4.10 Hasil Jawaban <i>Pretest</i> pada Indikator <i>execute the plan</i>	72
Gambar 4.11 Hasil Jawaban <i>Posttest</i> pada Indikator <i>execute the plan</i>	73
Gambar 4.12 Hasil Jawaban <i>Pretest</i> pada Indikator <i>Check and Evaluate</i>	73
Gambar 4.13 Hasil Jawaban <i>Posttest</i> pada Indikator <i>Check and Evaluate</i>	74

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.1 Pertanyaan Wawancara	93
Lampiran 2.1 Modul Ajar Termodinamika.....	96
Lampiran 2.2 Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)	114
Lampiran 2.3 Kisi-kisi Soal <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Termodinamika (Sebelum Validasi)	133
Lampiran 2.4 Kisi-kisi Soal <i>Pretest</i> dan <i>posttest</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Materi Termodinamika (Setelah Validasi)	152
Lampiran 2.5 Rubrik Penilaian Soal Uraian	165
Lampiran 2.6 Lembar Soal Uraian Peserta Didik	169
Lampiran 2.7 Angket Respon Peserta Didik	175
Lampiran 2.8 Lembar Validasi Instrumen Oleh Validator.....	177
Lampiran 3.1 <i>Hasil Validasi Soal Uraian KPM</i>	183
Lampiran 3.2 Hasil Uji Coba Soal	206
Lampiran 3.3 Hasil Validitas, Reliabilitas, Daya Pembeda.....	207
Lampiran 4.1 Rekapitulasi Nilai <i>Pretest</i> Kelas Eksperimen	209
Lampiran 4.2 Rekapitulasi Nilai <i>Posttest</i> Kelas Eksperimen.....	210
Lampiran 4.3 Rekapitulasi Nilai <i>Pretest</i> Kelas Kontrol.....	211
Lampiran 4.4 Rekapitulasi Nilai <i>Posttest</i> Kelas Kontrol	212
Lampiran 4.5 Hasil Pengolahan Uji Normalitas pada Kedua Kelas	213
Lampiran 4.6 Hasil Pengolahan Uji Hipotesis pada Kedua Kelas	214
Lampiran 4.7 Rekapitulasi Nilai N-Gain Setiap Peserta Didik Kelas Eksperimen	215
Lampiran 4.8 Hasil <i>Effect Size</i> Uji <i>Rosenthal's r</i>	216
Lampiran 4.9 Hasil Angket Respon Peserta Didik.....	217
Lampiran 5.1 Surat SK Pembimbing	219
Lampiran 5.2 Surat Ketersediaan Judgment Instrumen	222
Lampiran 5.3 Surat Izin Penelitian.....	223
Lampiran 6.1 Dokumentasi Kegiatan.....	226

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- Al-bawi, P. M. I., & Al-taie, A. H. M. (2021). *Physical problem-solving skills of students of the second vocational grade and their relationship to mental capacity*. 12(13), 1636–1646.
- Amalishsholeh, N., Sutrio, S., Rokhmat, J., & Gunada, I. W. (2023). Analisis Kesulitan Belajar Peserta Didik pada Pembelajaran Fisika di SMAN 1 Kediri. *Empiricism Journal*, 4(2), 356–364. <https://doi.org/10.36312/ej.v4i2.1387>
- Angellena, M., Switiro, E., & Putri, D. H. (2020). Pengaruh Pembelajaran Dengan Model Problem Solving Fisika (PSF) Terhadap Prestasi Belajar Dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Kumparan Fisika*, 3(2), 83–90. <https://doi.org/10.33369/jkf.3.2.83-90>
- Angelo, T. A., & Patricia Cross, K. (1993). *Classroom Assessment Techniques: A Handbook for College Teachers (Second Edition) (The Jossey-Bass Higher and Adult Education Series)*.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to teach* (9th ed.). McGraw-Hill.
- Arikunto, S. (2018). *Prosedur penelitian: Suatu pendekatan praktik* (Revisi edisi ke-15). Rineka Cipta.
- Aulia, I. M., Hikmawati, & Susilawati. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Peserta Didik Pada Materi Usaha dan Energi. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 8(SpecialIssue), 52–57. <https://doi.org/10.29303/jpft.v8ispecialissue.3558>
- Azwar, S. (2021). *Reliabilitas dan Validitas*. Pustaka Pelajar.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. Dalam *International Journal of Phytoremediation* (Vol. 21, Nomor 1). <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>
- Branigan, H. E., & Donaldson, D. I. (2020). Teachers matter for metacognition: Facilitating metacognition in the primary school through teacher-pupil interactions. *Thinking Skills and Creativity*, 38. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100718>

- Bransford, J. D., & Stein, B. S. (1993). *The Ideal Problem Solver: A Guide for Improving Thinking, Learning, and Creativity*.
- Brundage, M. J., Meltzer, D. E., & Singh, C. (2024). Investigating introductory and advanced students' difficulties with change in internal energy, work, and heat transfer using a validated instrument. *Physical Review Physics Education Research*, 20(1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.010115>
- Clark, L. A., & Watson, D. (2019). Constructing validity: New developments in creating objective measuring instruments. *Psychological Assessment*, 31(12), 1412–1427. <https://doi.org/10.1037/pas0000626>
- Cohen, E., Mason, A., Singh, C., & Yerushalmi, E. (2008, July 23–24). *Identifying differences in diagnostic skills between physics students: Students' self-diagnostic performance given alternative scaffolding*. In C. Henderson, M. Sabella, & L. Hsu (Eds.), *Proceedings of the Physics Education Research Conference 2008* (Vol. 1064, pp. 99–102). American Institute of Physics. <https://doi.org/10.1063/1.3021284>
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Pearson Education.
- Cross, K. P., & Angelo, T. A. (1988). Classroom assessment techniques: A handbook for faculty. *The National Center for Research to Improve Post-secondary Teaching and Learning*. <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84873961428&partnerID=tZOtx3y1>
- Fautley, M., & Savage, J. (2014). Formative Assessment. *Assessment for Learning and Teaching in Secondary Schools*, 37–55. <https://doi.org/10.4135/9781446278642.n5>
- Febriani, F., Azki, M., & Oktavia, R. (2024). *Junior High School Students' Perceptions Of Problem Based Learning Model In Science Learning* (Vol. 7, Nomor 1).
- Febriani, Muhammad, T., & Salamang, S. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah terhadap Keterampilan Ditinjau dari Gender. *Journal of Islamic Education and Teacher Training*, 3(2), 67–82.
- Giancoli, D. C. (2014). *Physics: Principles with applications* (7th ed.). Boston, MA: Pearson.
- Halliday, D., Resnick, R., & Walker, J. (2010). *Fisika dasar jilid 1* (Edisi ke-7, A. Priyatna et al., Penerjemah). Jakarta: Erlangga.

- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 1: Group versus individual problem solving. *American Journal of Physics*, 60(7), 627–636. <https://doi.org/10.1119/1.17117>
- Hidayana, H., Ahzan, S., & Rahmawati, H. (2022). Penerapan Model Problem-Based Learning (PBL) dalam Meningkatkan Hasil Belajar IPA Fisika pada Sub-pokok Bahasan Kalor. *Reflection Journal*, 2(2), 74–81. <https://doi.org/10.36312/rj.v2i2.1131>
- Iolanessa, L., Kaniawati, I., & Nugraha, G. (2020). *Pengaruh Model Problem Based Learning (PBL) Menggunakan Pendekatan Stem Dalam Meningkatkan Keterampilan Pemecahan Masalah Siswa SMP* (Vol. 5, Nomor 1).
- Jufriadi, A., Dian Ayu, H., Kumalasari, T., Dewi Kusumawati, A., Alatas, F., & Budiyo, A. (2024). Maximizing Problem-Solving Abilities Through Hybrid Problem-Based Learning With Formative Assessment. *JoTaLP: Journal of Teaching and Learning Physics*, 9(2), 86–92. <https://doi.org/10.15575/jotalp.v9i2.34395>
- Kafrita, N., Al Farisi, S., & FisikaUIN Sulthan Thaha Saifuddin Jambi, T. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Siswa SMA NEGERI 11 MUARO JAMBI. *Physics and Science Education Journal (PSEJ)*, 2(2).
- Kemendikbudristek BSKAP. (2022). Salinan Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran Pada Pendidikan Anak Usia Dini Jenjang Pendidikan Dasar dan Jenjang Pendid. Dalam *Kemendikbudristek* (Nomor 021). Laman litbang.kemdikbud.go.id
- Krulik, S., & Rudnick, J. A. (1988). Problem Solving: A Handbook for Elementary School Teachers. Dalam *Africa's potential for the ecological intensification of agriculture*.
- Lidia, R., & Eko Nugroho, S. (2018). Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati. Dalam *UPEJ* (Vol. 7, Nomor 2). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- Loyens, S. M. M., Magda, J., & Rikers, R. M. J. P. (2008). Self-directed learning in problem-based learning and its relationships with self-regulated learning.

- Educational Psychology Review*, 20(4), 411–427.
<https://doi.org/10.1007/s10648-008-9082-7>
- Mason, A., Yerushalmi, E., Cohen, E., & Singh, C. (2016). Learning from Mistakes: The Effect of Students' Written Self-Diagnoses on Subsequent Problem Solving. *The Physics Teacher*, 54(2), 87–90.
<https://doi.org/10.1119/1.4940171>
- Mbewu, M. G. (2024). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Keterampilan Pemecahan Masalah Fisika Pada Materi Cahaya Dan Alat Optik. *MAGNETON: Jurnal Inovasi Pembelajaran Fisika*, 2(2), 80–90.
<https://doi.org/10.30822/magneton.v2i2.3494>
- Mbonyiriyuze, A., Yadav, L. L., & Amadalo, M. M. (2021). Students' attitudes towards physics in nine years basic education in rwanda. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(2), 648–659.
<https://doi.org/10.11591/ijere.v10i2.21173>
- Miranda, C., Nasir, M., & Rahmad, M. (2023). Analisis Metakognitif Dalam Memecahkan Masalah Pada Materi Hukum Termodinamika Kelas XI SMAN 1 Tambang. *Silampari Jurnal Pendidikan Ilmu Fisika*, 5(1), 88–102.
<https://doi.org/10.31540/sjpif.v5i1.2140>
- Moss, C. M., & Brookhart, S. M. (2019). *Formative Assessment Advancing In Every Classroom A Guide For Instructional Leaders FORMATIVE ASSESSMENT Advancing In Every Classroom A Guide For Instructional Leaders 2nd Edition ADVANCE UNCORRECTED COPY-NOT FOR DISTRIBUTION*. www.ascd.org/deskcoppy.
- Nabila, P., Wahyuni, V., Festiyed, F., & Emillianur, E. (2024). Implementation of Formative Assessment in Physics Learning to Improve Students' Conceptual Understanding. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(3), 426.
<https://doi.org/10.20527/jipf.v8i3.12769>
- Natalis, V., & Leyh, B. (2025). How Difficult is it to teach Thermodynamics in Tertiary Education? Teachers' Opinions and Predominance of the Disorder Metaphor. *International Journal of Research in Education and Science (IJRES)*, 11(2), 190–215. <https://doi.org/10.46328/ijres.1300>
- Negeri Surabaya, U., Samani, M., Luthfiyah Nurlaela, Mp., Sri Poedji Astoeti, Mp., Wahono Widodo, Ms., & Inzanah, Ms. (2016). *Berpikir Tingkat Tinggi Problem Solving Ii Berpikir Tingkat Tinggi Problem Solving*.
- Neizhela, A., & Mosik. (2015). Meningkatkan Hasil Belajar Melalui Pendekatan Kontekstual Dengan Metode Think Pair Share Materi Kalor Pada Siswa Smp. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 4(1), 36–42.

- Nisak, N. K., Kulsum, U., & Wh, N. (2024). *Penerapan Model PBL untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IX F SMPN 34 Semarang*. 1253–1260.
- Nurhasan Ropi'i, Sunyoto Eko Nugroho, & Ellianawati, E. (2025). Analysis of Physics Problem Solving Skills of Junior High School Students through PBL-HOTS on Magnetism Material. *Physics Communication*, 9(1), 27–39. <https://doi.org/10.15294/pc.v9i1.1821>
- Padliyyah, S. H., Suwarma, I. R., & Jauhari, A. (2020). *Integrasi Kegiatan Self-diagnosis pada Pembelajaran Hukum Pascal Menggunakan Pendekatan STEM*. 6(1), 14–21. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v6i1.241>
- Pasaribu, A., & Andriani, N. (2018). Analisis Kesalahan Dalam Menyelesaikan Soal Penerapan Fisika Dengan Menggunakan Lembar Self-Diagnosis Dan Self Efficacy. Dalam *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika* (Vol. 6, Nomor 1).
- Polya, G. (2004). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (New ed.). Princeton University Press.
- Polya, G. (1973). *How to solve it: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton University Press.
- Popham, W. James. (2017). *Classroom assessment : what teachers need to know*. Pearson Education.
- Purwanti, S., Rahmawati, A., Laelasari, E., Nurlaela, N., & Juwitaningsih, D. (2019). *Model Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) pada Pendidikan Kesetaraan Program Paket C dalam Jaringan*.
- Purwanto, S. K. (2010). *Statistika untuk Ekonomi dan Keuangan Modern*, Edisi 2, Buku I. Jakarta: Salemba Empat.
- Quraissy, A., & Madya, S. (2021). Analisis Nonparametrik Mann Whitney Terhadap Perbedaan Kemampuan Pemecahan Masalah Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning. *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, 3(1), 51–57. <https://doi.org/10.35580/variensiunm23810>
- Ramadhana, R., & Hadi, A. (2021). Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran Berbasis E-Learning Berbantuan LKPD Elektronik Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN*, 4(1), 380–389. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i1.1778>
- Rilantinawati, V., Siahaan, P., & Purwana, U. (2020). *Self Diagnosis Sebagai Upaya Untuk Mendukung Pemahaman Konsep Peserta Didik Kelas X Pada Materi Momentum Dan Impuls* (Vol. 5, Nomor 2).

- Rodiyah, S. K. (2022). Implementasi Metode Pembelajaran Problem Based Learning Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam. *Jurnal Riset Rumpun Agama dan Filsafat*, 1(1), 109–128. <https://doi.org/10.55606/jurrafi.v1i1.1098>
- Saeful Karim, S., & Saepuzaman, D. (2018). *Bahan ajar termodinamika*. Bandung, Pendidikan Fisika FPMIPA UPI
- Sadler, Royce, D. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18, 119–144.
- Saputra, H. (2020). *Kemampuan berfikir kritis matematis*. Perpustakaan IAI Agus Salim. 2(April), 1–7.
- Sasa M P, Sudirman, & Pasaribu A. (2016). Analisis Kesalahan Dalam Menyelesaikan Soal Penerapan Fisika Dengan Menggunakan Lembar Self-Diagnosis Pada Mahasiswa Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya. *Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 3(2), 2. <http://fkip.unsri.ac.id/index.php/menu/104>
- Serway, R. A. ., & Vuille, Chris. (2018). *College physics*. Cengage Learning.
- Siboro, A., Panjaitan, J., Gulo, J., & Siboro, H. N. (2021). Pengaruh Model PBL Berbantuan PhET Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika Pada Materi Pokok Elastisitas Dan Hukum Hooke Siswa Kelas XI Semester I SMA Muhammadiyah 18 Sunggal T.P. 2019/2020. *Jurnal Penelitian Fisikawan*, 4(2), 1–7.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2022). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suyanto, S., Millenniantary, U. F., & Noor, M. A. (2022). Analysis of Foot Sensation and Physical Activity in Diabetes Mellitus. *Media Keperawatan Indonesia*, 5(4), 274. <https://doi.org/10.26714/mki.5.4.2022.274-279>
- Syamsidah, & Suryani, H. (2018). *Buku Model Peoblem Based Learning (PBL)*. *Buku*, 1–92.
- Taras, M., Anshu, Blitz, J., Grant, J. and Saoji, V., Anshu, Blitz, J., Development, F., Ed, C. M. U. M., Mean, H. H., Normal, N. D., Macrophages, A., Oligodendrocytes, M., Holtzman, K. Z., & Swanson, D. D. B. (2015). Certificate / Diploma / Master ' S Degree Health Professions Education : Accreditation And Assess Ment, Designing assessment according to your resources. *Active Learning in Higher Education*, 5(5), 1–81.

- Tipler, P. A. (1998). *Fisika untuk sains dan teknik* (Jilid 1, Edisi ke-3). Jakarta: Erlangga.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2008). *Physics for scientists and engineers* (6th ed.). New York, NY: W. H. Freeman and Company.
- Wilujeng, I. T. D., & Suliyanah, S. (2022). The Implementation of Problem Based Learning Model: An Effort in Upgrading Students' Problem-Solving Skills. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 10(2), 123–129. <https://doi.org/10.26618/jpf.v10i2.7187>
- Wong, F. M. F., & Kan, C. W. Y. (2022). Online Problem-Based Learning Intervention on Self-Directed Learning and Problem-Solving through Group Work: A Waitlist Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(2). <https://doi.org/10.3390/ijerph19020720>
- Yerushalmi, E., Mason, A., Cohen, E., & Singh, C. (2009). Self-diagnosis, scaffolding and transfer in a more conventional introductory physics problem. *AIP Conference Proceedings*, 1179, 23–26. <https://doi.org/10.1063/1.3266725>
- Yerushalmi, E., Cohen, E., Mason, A., & Singh, C. (2012). What do students do when asked to diagnose their mistakes? Does it help them? I. An atypical quiz context. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 8(2), 020109. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.8.020109>
- Yoan Trivosa Benu, M., Parno, P., Koes Handayanto, S., Yuliati, L., Karunia Putri, M., Jatmiko, B., & Ali, M. (2023). *The Effect of STEM Approach with Assessment Formative in PBL on the Problem-Solving Ability of Prospective Physics Teacher on Mechanical Wave*. <https://doi.org/10.2991/978-2-38476-275>
- Young, H. D., & Freedman, R. A. (2002). *University physics* (11th ed.). San Francisco, CA: Addison Wesley.
- Zimmerman. (2022). Becoming a Self-Regulated Learner: Beliefs, Techniques, and Illusions. *Routledge*, 5841(April), 315. <https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102>