

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE* (TPACK)
UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMECAHAN
MASALAH PADA MATERI SISTEM PERSAMAAN LINEAR
DUA VARIABEL (SPLDV)**

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan

mencapai derajat Sarjana S-1

Program Studi Pendidikan Matematika



Diajukan Oleh:

SHAHNAZ NURAZIZAH

NIM 21104040020

Kepada:

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

2025

HALAMAN PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 513056 Fax. (0274) 586117 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-2117/Un.02/DT/PP.00.9/07/2025

Tugas Akhir dengan judul : PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE* (TPACK) UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PADA MATERI SISTEM PERSAMAAN LINEAR DUA VARIABEL (SPLDV)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : SHAHNAZ NURAZIZAH
Nomor Induk Mahasiswa : 21104040020
Telah diujikan pada : Kamis, 10 Juli 2025
Nilai ujian Tugas Akhir : A

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR



Valid ID: 688c222cab688

Ketua Sidang

Dr. Iwan Kuswidi, S.Pd. I., M.Sc.
SIGNED



Valid ID: 688c21a5461b7

Penguji I

Nurul Arfinanti, S.Pd.Si., M.Pd.
SIGNED



Valid ID: 688865c7bcd31

Penguji II

Nidya Ferry Wulandari, M.Pd.
SIGNED



Valid ID: 688c3f5f66cd9

Yogyakarta, 10 Juli 2025
UIN Sunan Kalijaga
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd.
SIGNED

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI



Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga

FM-STUINSK-BM-05-01/R0

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Persetujuan Skripsi
Lamp : 3 Eksemplar Skripsi

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Di Yogyakarta

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi, serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

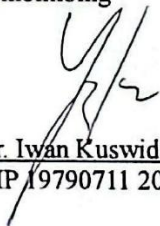
Nama : Shahnaz Nurazizah
NIM : 21104040020
Judul Skripsi : Pengembangan E-LKPD Berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)

sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Pendidikan Matematika.

Dengan ini, kami mengharap agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqosyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 20 Juni 2025
Pembimbing


Dr. Iwan Kuswidi, S.Pd.I., M.Sc.
NIP 19790711 200604 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shahnaz Nurazizah
NIM : 21104040020
Prodi : Pendidikan Matematika
Fakultas : Ilmu Tarbiyah dan Keguruan

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengembangan E-LKPD Berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)” merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 18 Juni 2025

Yang menyatakan,



Shahnaz Nurazizah
NIM 21104040020

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

MOTTO

Dalam menapaki setiap langkah untuk mewujudkan harapan, ingatlah selalu,
pegang dengan teguh akan hal ini:

“Libatkan Allah Subhanahu wa Ta'ala dalam segala hal. Tiada langkah tanpa bimbingan-Nya, tiada daya dan upaya tanpa kuasa-Nya, tiada sesuatu terjadi tanpa kehendak-Nya, tiada keberhasilan tanpa rida-Nya. Segalanya selalu dalam genggamannya”

Yakinkan sepenuhnya kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala. Sandarkan segala asa kepada-Nya, iringi dengan ikhtiar yang tulus, dan panjatkan doa yang tak pernah putus. Sebab, tiada usaha yang sia-sia dan tiada doa yang terabaikan di sisi-Nya. Serta bersyukur atas setiap jejak yang telah, sedang, dan akan tertapaki, sebab setiap perjalanan adalah bagian dari rencana-Nya. Tiada yang hadir tanpa makna, tiada yang berlalu tanpa hikmah, sebab segala yang tergariskan adalah takdir yang tertata indah dalam kehendak-Nya.

Tak perlu terlarut meratapi apa yang telah berlalu, tak perlu goyah menyusuri labirin kehidupan dengan segala coraknya, tak perlu risau pada apa yang belum terjadi dan hal yang di luar kendali, sebab dalam setiap helaan napas selalu ada kasih-Nya yang menenangkan, cahaya-Nya yang menerangkan, petunjuk-Nya yang mengarahkan, rahmat-Nya yang melapangkan, pertolongan-Nya yang menguatkan, penjagaan-Nya yang meneduhkan, dan kekuatan-Nya yang mengokohkan. Jadi, teruslah melangkah dengan hati yang teguh dan keyakinan yang utuh, tanpa gentar, tanpa ragu. *La Tahzan Innallaha Ma'ana.*

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati dan rasa syukur yang mendalam kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat, karunia, kekuatan, dan ketabahan-Nya, karya ini saya persembahkan dengan penuh rasa cinta dan hormat kepada:

Ayahanda dan Ibundaku

*(Ayahanda Aris Wibawanta dan Ibunda Marliyahti Nurdiah Isdianti tercinta)
Terima kasih atas cinta dan kasih sayang yang tidak terhingga, limpahan doa-doa yang tidak pernah terputus, segala ketulusan yang selalu mengalir, dan dukungan tanpa syarat yang selalu diberikan.*

Saudara Kandungku

(Inez Nurfitri Ilham)

Terima kasih atas kebersamaan, canda, dan tawa, sekaligus selalu mendukung dan memberi semangat pada setiap langkahku.

Almamaterku

*(Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan
Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta)*

Terima kasih telah menjadi rumah bagi setiap perjuangan yang setiap sudut almamater ini menyimpan banyak cerita tentang kerja keras, kegigihan, dan meraih impian.

KATA PENGANTAR

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil 'alamin, segala puji dan syukur peneliti panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Pengembangan E-LKPD Berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)” dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita, Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi wa Sallam, yang telah membawa umat manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang penuh cahaya ilmu pengetahuan dan keimanan, serta berada di jalan yang diridai oleh Allah Subhanahu wa Ta'ala.

Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat sarjana strata satu Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini, segala keterbatasan kemampuan, pengalaman, serta pengetahuan peneliti menjadi tantangan yang harus dilalui, sehingga terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, arahan, bantuan, dukungan, serta doa yang tulus dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati dan penuh keikhlasan, peneliti ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak sebagai berikut:

1. Bapak Prof. Noorhaidi, S.Ag., M.A., M.Phil., Ph.D. selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Prof. Dr. Sigit Purnama, S.Pd.I., M.Pd. selaku Dekan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

3. Bapak Burhanuddin Latif, M.Si. selaku Ketua Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
4. Bapak Sumbaji Putranto, M.Pd. selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi selama masa perkuliahan, sehingga peneliti dapat menyelesaikan studi jenjang strata satu ini dengan baik.
5. Bapak/Ibu dosen dan staf Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang dengan penuh ketulusan dan keikhlasan memberikan banyak wawasan, membimbing setiap langkah dengan penuh kesabaran yang tidak terhingga, serta selalu memberikan dukungan dan perhatian yang tidak pernah berhenti, sehingga peneliti dapat menjalani seluruh rangkaian proses perkuliahan hingga mencapai kelulusan dengan baik dan lancar.
6. Bapak Dr. Iwan Kuswidi, S.Pd. I., M.Sc., selaku dosen pembimbing skripsi yang telah mendampingi peneliti selama proses penyusunan skripsi, serta selalu memberikan wawasan, bimbingan, arahan, saran, masukan, dan dukungan pada setiap tahap penelitian, sehingga peneliti dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar.
7. Ibu Wed Giyarti, M.Si., selaku dosen penguji seminar proposal skripsi atas segala saran, masukan, dan arahan yang membangun serta memotivasi dalam penyempurnaan rancangan penelitian hingga tersusunnya skripsi ini.
8. Bapak Iqbal Ramadani, M.Pd., Bapak Raekha Azka, M.Pd., dan Bapak Suwasdi, S.Pd., selaku validator seperangkat instrumen penelitian yang telah berkenan meluangkan waktu, menyumbangkan pikiran dan tenaga untuk menilai dan memberikan koreksi, masukan, serta saran yang bersifat konstruktif demi penyempurnaan seperangkat instrumen penelitian yang dikembangkan oleh peneliti.
9. Ibu Nurul Arfinanti, S.Pd.Si., M.Pd. dan Ibu Nidya Ferry Wulandari, M.Pd. selaku dosen penguji skripsi yang telah berkenan meluangkan waktu dalam mengkaji serta mengkritisi hasil penelitian ini, serta memberikan saran, koreksi, dan arahan yang membuka cakrawala berpikir peneliti dalam memahami setiap

aspek penelitian secara lebih mendalam, sehingga umpan balik yang diberikan menjadi cermin yang memandu peneliti untuk terus belajar, berbenah, dan menyempurnakan diri dalam dunia akademik.

10. Bapak Drs. Siswanto, M.Pd., selaku Kepala SMP Negeri 15 Yogyakarta yang telah memberikan izin dan dukungannya, sehingga peneliti dapat melaksanakan penelitian dengan baik di SMP Negeri 15 Yogyakarta.
11. Bapak Suwasdi, S.Pd., selaku pendidik mata pelajaran matematika kelas VIII di SMP Negeri 15 Yogyakarta yang telah memberikan izin, dukungan, bimbingan, bantuan, serta kerja samanya, sehingga peneliti dapat melaksanakan penelitian di SMP Negeri 15 Yogyakarta dengan baik dan lancar.
12. Peserta didik kelas VIII A, VIII C, VIII E, dan VIII I di SMP Negeri 15 Yogyakarta yang telah bersedia menjadi subjek penelitian, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik dan lancar.
13. Kedua orang tua peneliti, Ayahanda Aris Wibawanta dan Ibunda Marliyahti Nurdiah Isdianti yang telah merawat dan membesarkan peneliti dengan penuh ketulusan, cinta, kasih sayang, pengorbanan, doa yang dipanjatkan tidak pernah terputus, menemani setiap langkah peneliti, selalu hadir dengan senyum penuh harapan, menuntun peneliti untuk terus berjuang meskipun rintangan menghadang, serta memberikan dorongan semangat yang tidak pernah pudar.
14. Saudara kandung peneliti, Inez Nurfitri Ilham yang selalu memberikan dukungan, menjadi tempat berbagi cerita, dan menghadirkan senyuman dalam setiap situasi.
15. Teman-teman Kuliah Kerja Nyata (KKN) Reguler Kolaborasi 149 Padukuhan Bacak, baik teman-teman dari Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta, yaitu Aike Melawati, Egidia Ansheilma Puteri Andera, Wahyu Ramadhan Zulvin, Setiawan Al-Fadly Putra Imam, dan Muhammad Taufiq Hidayat, maupun teman-teman dari Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, yaitu Maya Septiana, Fadhilah Putri Sutiyan, Muhamad Fikri Aufa, dan Muhammad Zhalifunnas Najib Wahyu yang pernah menjadi keluarga yang tinggal bersama di bawah satu atap yang sama selama kurang lebih 1,5

bulan, hingga sekarang masih bahu-membahu saling memberi semangat, menghadirkan senyuman, dan menjaga silaturahmi di tengah kesibukan.

16. Teman-teman Pengenalan Lapangan Pendidikan (PLP) di SMA Negeri 8 Yogyakarta, baik dari Program Studi Pendidikan Agama Islam, yaitu Muhammad Husnul 'Abid, Mar'atun Khoiriyah, Muhammad Ihsan Siregar, Aulia Isna Nidarosa, dan Sayidatul Husna Panjaitan, dari Program Studi Pendidikan Biologi, yaitu Difa Maharani, Azfa Satria Julendra, Shafa Madya Iswirani, dan Zalva Nabilla Gunawan, maupun dari Program Studi Pendidikan Matematika yang sama dengan peneliti, yaitu Adita Az-Zahra Nareswari, Adinda Sekarsari, dan Yahya Fajrul Haramain yang pernah menggali pengalaman di lapangan pendidikan bersama selama kurang lebih 1,5 bulan, hingga sekarang masih saling memberi motivasi dan dukungan satu sama lain.
17. Teman-teman satu bimbingan skripsi, Vindy Antia dan Farouq Naufal 'Aziiz yang telah menjadi teman seperjuangan dalam menghadapi lika-liku proses penyusunan skripsi, memberi semangat di tengah rasa lelah, tempat berbagi keluh kesah dari berbagai kisah yang ada dalam proses penyusunan skripsi, menghadirkan senyuman meskipun tantangan menghadang, hingga peneliti yakin bahwa kenangan yang pernah kita ukir bersama akan menjadi kenangan perjuangan bersama yang tidak terlupakan.
18. Sahabatku, Roykhana Latifah dan Alma Aulia Hanifah yang selalu hadir dengan hati terbuka, menyambut setiap keluh kesah dengan pelukan pengertian, menghadirkan tawa di sela lelah, dan ketulusan yang mengalir tanpa pamrih,
19. Teman-teman Program Studi Pendidikan Matematika Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah menjadi bagian dari warna-warni cerita perjalanan peneliti selama menempuh pendidikan jenjang strata satu.
20. Bude Siti Chalimah dan sekeluarga yang dengan tulus telah bersedia menyediakan kamar kost sebagai tempat tinggal peneliti selama menempuh pendidikan jenjang strata satu di Yogyakarta.
21. Segenap pihak yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu, dengan segala bentuk kontribusi, doa, dan dukungannya telah memberikan kekuatan,

semangat, inspirasi, menyebarkan energi positif, dan warna-warni cerita dari rangkaian perjalanan hidup peneliti.

22. Diri peneliti sendiri, Shahnaz Nurazizah yang sudah tulus mencintai diri sendiri, senantiasa terus belajar dan berkembang menjadi versi yang lebih baik, berani bermimpi dan melangkah, pantang menyerah dan tetap berdiri dengan tegar dalam menghadapi berbagai rintangan, terus berjuang dan bertahan untuk memperjuangkan impian, tetap teguh dan percaya diri dalam menapaki setiap perjalanan, mau bertanggung jawab terhadap keputusan yang telah diambil, selalu menghadirkan senyuman kapanpun dan dimanapun berada, serta apresiasi sebesar-besarnya kepada diri peneliti sendiri atas segala perjuangan yang tidak dapat diungkapkan satu per satu.

Peneliti menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan penuh kerendahan hati, peneliti sangat terbuka terhadap segala bentuk masukan, kritik, dan saran yang bersifat membangun demi perbaikan skripsi ini agar dapat menjadi karya yang lebih baik lagi. Semoga setiap bagian dari skripsi ini memberikan manfaat, serta dapat menjadi setitik cahaya ilmu yang terus berkembang dan memberi keberkahan bagi kita semua. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 20 Juni 2025

Peneliti



Shahnaz Nurazizah
NIM. 21104040020

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
ABSTRAK	xx
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	10
C. Rumusan Masalah.....	11
D. Tujuan Pengembangan.....	12
E. Spesifikasi Produk	12
F. Manfaat Pengembangan.....	13
G. Asumsi	15
H. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	16
I. Definisi Operasional	16

BAB II KAJIAN PUSTAKA	19
A. Landasan Teori	19
1. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD).....	19
2. <i>Technological Pedagogical and Content Knowledge</i> (TPACK).....	23
3. Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis.....	30
4. Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)	36
B. Penelitian Relevan	45
C. Kerangka Berpikir.....	53
BAB III METODE PENGEMBANGAN	57
A. Model Pengembangan.....	57
B. Prosedur Pengembangan.....	58
1. <i>Analyze</i> (Analisis)	58
2. <i>Design</i> (Perancangan)	61
3. <i>Develop</i> (Pengembangan)	63
4. <i>Implement</i> (Implementasi)	64
5. <i>Evaluate</i> (Evaluasi)	65
C. Uji Coba Produk	66
1. Desain Uji Coba	66
2. Subjek Uji Coba	68
3. Jenis Data	69
4. Instrumen Pengumpul Data.....	70
5. Teknik Analisis Data	74
BAB IV HASIL PENGEMBANGAN	91

A.	Hasil Pengembangan Produk	91
1.	Tahap <i>Analyze</i> (Analisis)	91
2.	Tahap <i>Design</i> (Perancangan)	100
3.	Tahap <i>Develop</i> (Pengembangan)	123
4.	Tahap <i>Implement</i> (Implementasi).....	162
5.	Tahap <i>Evaluate</i> (Evaluasi)	190
B.	Pembahasan.....	192
BAB V PENUTUP.....		208
A.	Kesimpulan	208
B.	Saran	209
DAFTAR PUSTAKA		211
LAMPIRAN.....		229

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Indikator Tahapan Pemecahan Masalah	34
Tabel 2. 2 Penelitian yang Relevan	50
Tabel 3. 1 Waktu Pelaksanaan Uji Coba Lapangan	65
Tabel 3. 2 Kriteria Validitas E-LKPD	76
Tabel 3. 3 Kriteria Validitas Modul Ajar	77
Tabel 3. 4 Kriteria Validitas Angket Praktikalitas	78
Tabel 3. 5 Kriteria Validitas Soal <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	79
Tabel 3. 6 Kriteria Kelayakan E-LKPD	80
Tabel 3. 7 Kriteria Daya Pembeda Soal <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	82
Tabel 3. 8 Kriteria Tingkat Kesukaran Soal <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	83
Tabel 3. 9 <i>Nonequivalent Control Group Posttest-Only Design</i>	83
Tabel 3. 10 Kriteria Praktikalitas E-LKPD	90
Tabel 4. 1 Capaian Pembelajaran (CP) Fase D Elemen Aljabar	97
Tabel 4. 2 Jumlah Skor Penilaian Validator Ahli Materi Pembelajaran	130
Tabel 4. 3 Jumlah Skor Penilaian Validator Ahli Teknologi Pendidikan	134
Tabel 4. 4 Jumlah Skor Penilaian Validator pada Modul Ajar	138
Tabel 4. 5 Perhitungan Penilaian Validator pada Angket Praktikalitas Pendidik	140
Tabel 4. 6 Perhitungan Penilaian Validator pada Angket Praktikalitas Peserta Didik	144
Tabel 4. 7 Perhitungan Penilaian Validator pada Soal <i>Post-Test</i>	149
Tabel 4. 8 Jumlah Skor Penilaian Peserta Didik Hasil Uji Coba Keterbacaan E-LKPD	153
Tabel 4. 9 Hasil Perhitungan Daya Pembeda Soal <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	157
Tabel 4. 10 Hasil Perhitungan Tingkat Kesukaran Soal <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	160
Tabel 4. 11 Jumlah Skor Penilaian Praktikalitas Pendidik Terhadap E-LKPD	187
Tabel 4. 12 Jumlah Skor Penilaian Praktikalitas Peserta Didik Terhadap E-LKPD	188

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 LKPD yang Digunakan di SMP Negeri 15 Yogyakarta	6
Gambar 2. 1 Kerangka Kerja TPACK.....	25
Gambar 2. 2 Keterkaitan Aktivitas dalam E-LKPD dan Tahapan Pemecahan Masalah Matematis	29
Gambar 2. 3 Contoh Gambar Grafik Jenis Solusi SPLDV Solusi Tunggal.....	39
Gambar 2. 4 Visualisasi Gambar Grafik Jenis Solusi SPLDV Tak Hingga Banyak Solusi.....	39
Gambar 2. 5 Contoh Gambar Grafik Jenis Solusi SPLDV Tidak Memiliki Solusi	40
Gambar 2. 6 Kerangka Berpikir.....	54
Gambar 3. 1 Tahapan Model Pengembangan ADDIE	58
Gambar 4. 1 Salah Satu Respons Peserta Didik yang Mengindikasikan Kebutuhan Panduan Sistematis dalam Memecahkan Masalah Matematis.....	94
Gambar 4. 2 Sampul Depan E-LKPD.....	101
Gambar 4. 3 Identitas Kelompok E-LKPD	103
Gambar 4. 4 Informasi Pendukung E-LKPD	105
Gambar 4. 5 Kata Pengantar E-LKPD	107
Gambar 4. 6 Daftar Isi E-LKPD	108
Gambar 4. 7 Uraian Komponen Utama TPACK E-LKPD.....	109
Gambar 4. 8 Informasi Indikator Tahapan Pemecahan Masalah Matematika E-LKPD	111
Gambar 4. 9 Petunjuk Penggunaan E-LKPD.....	112
Gambar 4. 10 Capaian Pembelajaran (CP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) E-LKPD	114
Gambar 4. 11 Peta Konsep Materi SPLDV	115
Gambar 4. 12 Daftar Pustaka E-LKPD	121
Gambar 4. 13 Tentang Penulis E-LKPD	122
Gambar 4. 14 Sampul Belakang E-LKPD	123
Gambar 4. 15 Peta Konsep Sebelum dan Setelah Revisi.....	125
Gambar 4. 16 Apersepsi Sebelum dan Setelah Revisi	126
Gambar 4. 17 Petunjuk Menentukan Titik Potong Sumbu- x dan Sumbu- y Sebelum dan Setelah Revisi.....	127
Gambar 4. 18 Perkenalan Tujuan Metode Eliminasi, Substitusi, dan Gabungan Sebelum dan Setelah Revisi.....	128
Gambar 4. 19 Ruang Jawaban E-LKPD Sebelum dan Setelah Revisi.....	129
Gambar 4. 20 Arahan yang Menghubungkan Antarbagian E-LKPD Sebelum dan Setelah Revisi.....	132
Gambar 4. 21 Kolom Konstanta Google <i>Spreadsheets</i> Sebelum dan Setelah Revisi	133
Gambar 4. 22 Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) dalam Modul Ajar Sebelum dan Setelah Revisi.....	136

Gambar 4. 23 Kegiatan Pembelajaran pada Modul Ajar Sebelum dan Setelah Revisi	137
Gambar 4. 24 Tampilan Angket Praktikalitas Pendidik Sebelum dan Setelah Revisi	139
Gambar 4. 25 Tampilan Angket Praktikalitas Peserta Didik Sebelum dan Setelah Revisi	143
Gambar 4. 26 Soal <i>Post-Test</i> Nomor Satu Sebelum dan Setelah Revisi.....	147
Gambar 4. 27 Soal <i>Post-Test</i> Nomor Dua Sebelum dan Setelah Revisi	148
Gambar 4. 28 Hasil Uji Reliabilitas Cronbach's Alpha Soal <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	156
Gambar 4. 29 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk.....	183
Gambar 4. 30 Hasil Uji Homogenitas Bartlett.....	184
Gambar 4. 31 Hasil Uji Hipotesis <i>Independent Sample t-Test</i>	186

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Pedoman Wawancara dengan Pendidik Pra-Penelitian	231
Lampiran 1. 2 Hasil Wawancara dengan Pendidik Pra-Penelitian.....	232
Lampiran 1. 3 Hasil Kuesioner Studi Pendahuluan Respons Peserta Didik	234
Lampiran 1. 4 Hasil Studi Pendahuluan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis Peserta Didik dari Nilai Asesmen Sumatif Akhir Semester (ASAS) Ganjil Tahun Ajaran 2024/2025	236
Lampiran 2. 1 Kisi-Kisi Lembar Validasi E-LKPD Ahli Materi Pembelajaran..	238
Lampiran 2. 2 Kisi-Kisi Lembar Validasi E-LKPD Ahli Teknologi Pendidikan	239
Lampiran 2. 3 Kisi-Kisi Lembar Validasi Modul Ajar.....	240
Lampiran 2. 4 Kisi-Kisi Lembar Validasi Angket Praktikalitas Pendidik dan Peserta Didik	241
Lampiran 2. 5 Kisi-Kisi Lembar Validasi Soal <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	242
Lampiran 2. 6 Kisi-Kisi Angket Uji Coba Keterbacaan	243
Lampiran 2. 7 Kisi-Kisi Angket Praktikalitas Pendidik.....	244
Lampiran 2. 8 Kisi-Kisi Angket Praktikalitas Peserta Didik	245
Lampiran 2. 9 Lembar Validasi E-LKPD Ahli Materi Pembelajaran	246
Lampiran 2. 10 Lembar Validasi E-LKPD Ahli Teknologi Pendidikan.....	249
Lampiran 2. 11 Lembar Validasi Modul Ajar	252
Lampiran 2. 12 Lembar Validasi Angket Praktikalitas Pendidik	255
Lampiran 2. 13 Lembar Validasi Angket Praktikalitas Peserta Didik.....	257
Lampiran 2. 14 Lembar Validasi Soal <i>Post-Test</i>	259
Lampiran 2. 15 Modul Ajar Kelas Eksperimen	261
Lampiran 2. 16 Modul Ajar Kelas Kontrol	297
Lampiran 2. 17 Angket Uji Coba Keterbacaan	325
Lampiran 2. 18 Angket Praktikalitas Pendidik	328
Lampiran 2. 19 Angket Praktikalitas Peserta Didik	330
Lampiran 2. 20 Instrumen <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	333
Lampiran 3. 1 Rekapitulasi Hasil Validasi E-LKPD Ahli Materi Pembelajaran	366
Lampiran 3. 2 Rekapitulasi Hasil Validasi E-LKPD Ahli Teknologi Pendidikan	367
Lampiran 3. 3 Rekapitulasi Hasil Validasi Modul Ajar	368
Lampiran 3. 4 Rekapitulasi Hasil Validasi Angket Praktikalitas Pendidik dan Peserta Didik	369
Lampiran 3. 5 Rekapitulasi Validasi Soal <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	370
Lampiran 3. 6 Rekapitulasi Hasil Uji Coba Keterbacaan E-LKPD.....	371
Lampiran 3. 7 Rekapitulasi Hasil Uji Coba <i>Post-Test</i> Kemampuan Pemecahan Masalah Matematis	372
Lampiran 3. 8 Contoh Hasil Pengerjaan Soal <i>Post-Test</i> Peserta Didik Kelas Eksperimen	373
Lampiran 3. 9 Rekapitulasi Hasil <i>Post-Test</i> Kelas Eksperimen.....	376

Lampiran 3. 10 Contoh Hasil Pengerjaan Soal <i>Post-Test</i> Peserta Didik Kelas Kontrol	377
Lampiran 3. 11 Rekapitulasi Hasil <i>Post-Test</i> Kelas Kontrol	380
Lampiran 3. 12 Hasil Angket Praktikalitas Berdasarkan Respons Pendidik	381
Lampiran 3. 13 Rekapitulasi Hasil Angket Praktikalitas Berdasarkan Respons Peserta Didik	383
Lampiran 4. 1 Dokumentasi Studi Pendahuluan.....	385
Lampiran 4. 2 Dokumentasi Pembelajaran	386
Lampiran 5. 1 Surat Keterangan Penunjukkan Pembimbing Skripsi	390
Lampiran 5. 2 Surat Bukti Seminar Proposal	391
Lampiran 5. 3 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian	392
Lampiran 5. 4 Curriculum Vitae	393



PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *TECHNOLOGICAL PEDAGOGICAL AND CONTENT KNOWLEDGE* (TPACK) UNTUK MEMFASILITASI KEMAMPUAN PEMECAHAN MASALAH PADA MATERI SISTEM PERSAMAAN LINEAR DUA VARIABEL (SPLDV)

Oleh:
Shahnaz Nurazizah
21104040020

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan proses pengembangan E-LKPD berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan dengan model ADDIE, yang meliputi tahap *analyze, design, develop, implement, dan evaluate*.

Subjek penelitian ini terdiri dari tiga validator, yang meliputi dua dosen program studi Pendidikan Matematika dan satu pendidik mata pelajaran matematika sebagai ahli materi pembelajaran dan ahli teknologi pendidikan, 20 peserta didik untuk uji coba keterbacaan, satu pendidik mata pelajaran matematika dan 34 peserta didik sebagai penilai kepraktisan, serta dua kelas VIII di SMP Negeri 15 Yogyakarta sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Instrumen yang digunakan meliputi pedoman wawancara, kuesioner studi pendahuluan, lembar validasi, angket uji coba keterbacaan, angket praktikalitas respons pendidik dan peserta didik, serta soal *post-test* kemampuan pemecahan masalah matematis. Teknik analisis data berupa analisis data kualitatif dan kuantitatif untuk menganalisis validitas, praktikalitas, dan efektivitas produk.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-LKPD yang dikembangkan dinyatakan memenuhi kriteria valid dengan perolehan skor rata-rata penilaian ahli materi pembelajaran sebesar 4,39 (sangat valid) dan penilaian ahli teknologi pendidikan sebesar 4,22 (sangat valid). Selain itu, E-LKPD dinyatakan memenuhi kriteria praktis, dengan persentase sebesar 81,67% dari respons pendidik (sangat praktis) dan 75,71% dari respons peserta didik (praktis). E-LKPD juga dinyatakan memenuhi kriteria efektif berdasarkan analisis hasil *post-test*, dimana rata-rata nilai kelas eksperimen sebesar 62,43, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 37,65, serta diperkuat oleh hasil uji *independent sample t-test* dengan nilai *Sig. (2 – tailed)* sebesar 0,000, yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata hasil *post-test* kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dengan demikian, pengembangan E-LKPD berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) ini dinyatakan telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif, sehingga layak digunakan untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah matematis pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV).

Kata Kunci: E-LKPD, kemampuan pemecahan masalah, SPLDV, TPACK

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Manusia secara inheren dihadapkan pada berbagai tantangan dalam kehidupan sehari-hari, mulai dari pengambilan keputusan yang bersifat rutin hingga permasalahan kompleks (Sudirman & Sudirman, 2021; Jonassen, 2010). Sepanjang sejarah, peradaban manusia berkembang dengan merumuskan solusi inovatif untuk mengatasi berbagai hambatan yang mendorong kemajuan teknologi dan mengembangkan struktur sosial (Ngafifi, 2014; Sweller et al., 2011). Seiring dengan perkembangan tersebut, dunia saat ini mengalami percepatan perubahan yang dipengaruhi oleh globalisasi dan kemajuan teknologi, sehingga menimbulkan permasalahan yang semakin menantang. Dinamika tantangan kontemporer ini menggarisbawahi pentingnya pengembangan kemampuan pemecahan masalah agar individu mampu menavigasi dan beradaptasi dalam dunia yang semakin kompleks (Rusmin et al., 2024; Derry & Lesgold, 1996).

Mengingat kenyataan ini, pemecahan masalah telah menjadi kemampuan kognitif esensial yang berkontribusi terhadap keberhasilan individu maupun kemajuan kolektif. Kemampuan untuk menganalisis permasalahan secara sistematis, merumuskan solusi yang efektif, serta menerapkan strategi yang tepat memiliki peran fundamental dalam pengembangan pribadi maupun kompetensi profesional (Pólya, 1957).

Penelitian menunjukkan bahwa individu dengan kemampuan pemecahan masalah yang baik cenderung memiliki fleksibilitas kognitif yang lebih tinggi, serta ketahanan dalam menghadapi dan tantangan (Oktaviani et al., 2021; Cañas et al., 2003). Terlebih, di tengah arus transformasi yang terus berkembang secara dinamis, kemampuan pemecahan masalah bukan lagi sekadar tambahan, melainkan menjadi prasyarat utama bagi pembelajaran sepanjang hayat dan inovasi (OECD, 2018). Dengan demikian, sistem pendidikan global semakin menyadari urgensi implementasi pembelajaran pemecahan masalah dalam kurikulum guna membekali peserta didik dengan kemampuan yang esensial untuk keberhasilan akademik dan penerapannya dalam kehidupan nyata (Schoenfeld, 1992).

Di antara berbagai disiplin ilmu yang menekankan pemecahan masalah, matematika memiliki peran yang fundamental dan bersifat esensial, sebagaimana yang dikemukakan oleh Branca (1980) bahwa pemecahan masalah merupakan jantungnya matematika atau inti dari matematika itu sendiri. Pemecahan masalah dalam matematika tidak hanya terbatas pada kemampuan perhitungan numerik, tetapi juga mengembangkan penalaran logis, pengenalan pola, serta pemikiran analitis yang terstruktur (NCTM, 2000). Melalui pemecahan masalah matematis, individu akan mengembangkan kemampuan dalam meregulasi proses berpikirnya yang berkontribusi pada pemahaman konsep yang lebih mendalam dan peningkatan kualitas pengambilan keputusan dalam konteks akademik maupun kehidupan sehari-hari (Schoenfeld, 1985). Lebih lanjut, pemecahan masalah matematis

mendorong refleksi kognitif yang esensial, dimana peserta didik terlibat dalam menyempurnakan strategi yang digunakan untuk menyelesaikan masalah melalui proses revisi yang iteratif guna mencapai kesimpulan yang akurat (Hiebert et al., 1996).

Mengacu pada peran krusial dalam membangun kapabilitas untuk menyelesaikan masalah matematis, kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan kompetensi esensial yang harus dimiliki oleh setiap peserta didik. Namun, berbagai bukti empiris menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah matematis di kalangan peserta didik masih menghadapi berbagai tantangan. Sejumlah kajian di Indonesia telah mengidentifikasi bahwa peserta didik menghadapi kesulitan pada tahapan pemecahan masalah matematis, seperti memahami masalah, menyusun rencana penyelesaian, melaksanakan rencana penyelesaian, dan memeriksa kembali (Ruhma et al., 2023; Jatmiko, 2018; Sa'adah et al., 2024; Pebrianti et al., 2023).

Meskipun tantangan dalam pemecahan masalah matematis terjadi di berbagai jenjang pendidikan, intervensi pada jenjang SMP menjadi esensial karena pada tahap ini peserta didik mulai mengembangkan kapasitas berpikir abstrak serta menalar secara logis dan sistematis, sehingga tuntutan kognitif dalam menyelesaikan permasalahan matematis menjadi semakin kompleks (Ibda, 2015). Kemampuan pemecahan masalah matematis pada peserta didik jenjang SMP di Indonesia masih menjadi objek kajian akademik, sejalan dengan berbagai hasil studi yang menunjukkan bahwa kemampuan tersebut masih tergolong rendah. Realitas tersebut tercermin dalam temuan-temuan empiris

yang menyoroti kesulitan peserta didik jenjang SMP di Indonesia dalam memecahkan permasalahan matematis secara menyeluruh dan sistematis.

Studi yang dilakukan oleh Fitria et al. (2018) menunjukkan bahwa rata-rata tingkat kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik kelas VIII-I di SMP 1 Pasundan Cimahi berada pada kategori rendah. Temuan serupa juga diungkapkan oleh Melsita & Yulia (2023) bahwa sebagian besar peserta didik kelas VIII/D di SMP Negeri 1 Kerinci belum menunjukkan kemampuan secara optimal dalam menyelesaikan permasalahan matematis, yang tercermin dari rendahnya akurasi serta kelengkapan langkah penyelesaian yang mereka lakukan. Hal senada dinyatakan oleh Aliah & Bernard (2020) bahwa peserta didik kelas VIII MTs Negeri di kota Cimahi mengalami kesulitan dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah berbentuk cerita. Selaras dengan hasil tersebut, studi yang dilakukan oleh Mahdayani (2016) menunjukkan bahwa siswa kelas IX SMP Negeri di Kota Yogyakarta masih menghadapi berbagai kesulitan dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah matematis pada materi tertentu, seperti aritmetika, aljabar, statistika, dan geometri. Konsistensi temuan-temuan tersebut turut diperkuat oleh hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan oleh peneliti di salah satu SMP di Yogyakarta.

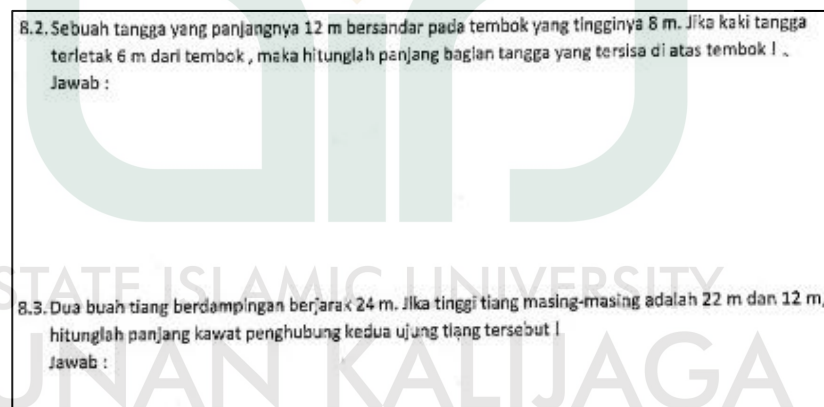
Indikasi empiris mengenai rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis di salah satu SMP di Yogyakarta, tepatnya di SMP Negeri 15 Yogyakarta teridentifikasi melalui studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti. Hasil wawancara dengan pendidik mata pelajaran matematika mengungkapkan bahwa peserta didik masih menghadapi kesulitan secara

konseptual dan prosedural dalam memecahkan permasalahan matematis. Hal ini termanifestasi dari hasil Asesmen Sumatif Akhir Semester (ASAS) ganjil tahun ajaran 2024/2025 pada butir soal berbentuk uraian yang secara eksplisit dirancang untuk mengukur kemampuan pemecahan masalah matematis. Nilai rata-rata peserta didik hanya mencapai 31,74 dari rentang 0 hingga 100, jauh di bawah ambang batas Kriteria Ketercapaian Tujuan Pembelajaran (KKTP) yang ditetapkan sekolah, yaitu sebesar 75. Lebih lanjut, jika ditinjau secara individual, 149 dari 166 peserta didik atau setara dengan 89,75% belum memenuhi standar KKTP tersebut. Fakta ini, apabila dielaborasi dengan temuan berbagai studi sebelumnya, mempertegas bahwa rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan persoalan krusial yang menuntut penanganan secara komprehensif dalam pembelajaran matematika.

Sebagai tindak lanjut atas permasalahan rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis yang telah teridentifikasi, peneliti melakukan studi kebutuhan melalui penyebaran kuesioner kepada peserta didik. Hasil analisis terhadap respons peserta didik menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik mengungkapkan perlunya suatu panduan belajar yang mampu mengarahkan proses berpikir secara sistematis dan terstruktur dalam menyelesaikan permasalahan matematis. Respons ini merepresentasikan kebutuhan terhadap media pembelajaran yang tidak hanya bersifat informatif, tetapi juga aplikatif dan berorientasi pada proses, guna mendorong keterlibatan aktif dalam aktivitas pembelajaran yang mendukung pengembangan kemampuan pemecahan masalah matematis. Dalam hal ini, Lembar Kerja

Peserta Didik (LKPD) merepresentasikan bentuk media pembelajaran yang selaras dengan kebutuhan tersebut karena menyajikan rangkaian aktivitas terstruktur yang secara fungsional dapat berperan sebagai panduan sistematis dalam mendukung pengembangan kemampuan pemecahan masalah matematis (Sutra et al., 2024).

Penggunaan LKPD di SMP Negeri 15 Yogyakarta telah menjadi bagian dari praktik pembelajaran matematika. Namun, hasil kajian terhadap substansi LKPD yang tersedia menunjukkan bahwa penyusunannya masih terbatas pada penyajian kumpulan soal tanpa disertai komponen pendukung yang dirancang secara sistematis untuk memandu peserta didik melalui prosedur pemecahan masalah matematis secara bertahap. Sebagai ilustrasi empiris, Gambar 1.1 menyajikan salah satu LKPD yang digunakan di SMP Negeri 15 Yogyakarta.



Gambar 1. 1 LKPD yang Digunakan di SMP Negeri 15 Yogyakarta

Hal ini mengindikasikan urgensi pengembangan LKPD yang dirancang dengan panduan sistematis, selaras dengan kebutuhan peserta didik dalam memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah matematis.

Seiring dengan transformasi digital dalam sektor pendidikan, pengembangan LKPD dalam format digital, yang dikenal sebagai Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) merepresentasikan respons strategis terhadap kompleksitas tuntutan pembelajaran kontemporer (Sinuraya & Frisnoiry, 2023). E-LKPD dikembangkan dalam platform digital yang memungkinkan penyematan elemen-elemen interaktif mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran (Rojas et al., 2021). Di samping itu, fleksibilitas akses yang melekat pada media digital, baik dari aspek temporal maupun perangkat, memberikan peluang bagi kontinuitas belajar secara adaptif (Amaliya et al., 2024). Dengan karakteristik tersebut, E-LKPD berkontribusi dalam membangun ekosistem pembelajaran yang transformatif serta secara substantif mendukung keberlangsungan proses pembelajaran peserta didik.

Dukungan terhadap kelayakan implementasi E-LKPD juga diperoleh dari potensi faktual yang teridentifikasi dalam konteks empirik di lapangan. Studi pendahuluan di SMP Negeri 15 Yogyakarta menunjukkan bahwa sebagian besar peserta didik di sekolah tersebut telah memiliki perangkat digital pribadi dan menggunakannya secara intensif dalam aktivitas sehari-hari. Kondisi ini mencerminkan adanya ketersediaan sarana serta kapabilitas dasar dalam pemanfaatan teknologi digital yang menjadi prasyarat fundamental bagi implementasi media digital ke dalam proses pembelajaran. Dengan demikian, pengembangan dan implementasi E-LKPD relevan untuk diterapkan di SMP Negeri 15 Yogyakarta karena selaras dengan karakteristik peserta didik.

Pengembangan E-LKPD yang berorientasi untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah matematis menuntut desain instruksional yang komprehensif dan holistik. Materi yang disajikan dalam E-LKPD perlu dikonstruksi secara tepat untuk mendukung pemecahan masalah matematis secara optimal, sebagaimana ditegaskan oleh Mayer (2009) bahwa kualitas penyajian informasi yang selaras dengan prinsip kognitif pembelajaran berperan signifikan dalam mengoptimalkan proses berpikir peserta didik. Selain itu, untuk mendukung terciptanya kualitas pembelajaran yang lebih maksimal, pemanfaatan teknologi berkontribusi dalam mendorong eksplorasi lebih mendalam terhadap karakteristik dan kompleksitas masalah, sehingga memperkuat keterlibatan kognitif peserta didik dalam memecahkan masalah matematis (Jacinto & Carreira, 2023; Santos et al., 2003).

Penyampaian substansi materi secara optimal memerlukan strategi pedagogis yang tepat dan terarah untuk mencapai tujuan pembelajaran (Damsa, 2023) karena dapat memperkaya pengalaman belajar serta mendorong keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran (Darling-Hammond et al., 2020). Strategi tersebut menuntut perancangan instruksional yang selaras dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik agar proses pembelajaran berjalan efektif dan terarah (Chen et al., 2015). Dalam konteks ini, aspek pedagogis memegang peranan krusial dalam mengarahkan strategi penyampaian konten dan membentuk dinamika interaksi edukatif yang mendukung pencapaian tujuan pembelajaran (Joyce & Calhoun, 2024).

Integrasi antara penguasaan terhadap konten pembelajaran, aspek pedagogis, serta pemanfaatan teknologi ini dikembangkan secara konseptual dalam kerangka kerja *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) yang pertama kali diperkenalkan oleh Mishra dan Koehler pada tahun 2006. Kerangka kerja ini merepresentasikan sintesis dari tiga domain pengetahuan utama, yaitu *Content Knowledge* (CK), *Pedagogical Knowledge* (PK), dan *Technological Knowledge* (TK) yang saling berinteraksi secara dinamis dalam pembelajaran. Sinergi dari ketiga komponen ini diharapkan mampu menciptakan pengalaman belajar yang adaptif dan relevan dengan kebutuhan peserta didik pada abad ke-21 di era digital (Shafie et al., 2019).

Pengembangan E-LKPD berbasis TPACK dilakukan untuk merancang pengalaman belajar yang adaptif terhadap karakteristik materi dan kebutuhan peserta didik dalam mengembangkan kemampuan pemecahan masalah matematis. Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) dipilih secara strategis karena memiliki karakteristik yang mendukung penerapan serangkaian proses pemecahan masalah (Nurlaila et al., 2025). Karakteristik tersebut menuntut pengalaman belajar yang mampu mengintegrasikan koordinasi antara langkah-langkah prosedural dan pemahaman konseptual dalam proses pemecahan masalah. Dalam konteks ini, penerapan E-LKPD berbasis TPACK menjadi sangat relevan karena memungkinkan terwujudnya integrasi yang sinergis antara aspek teknologi, pedagogi, dan konten, sehingga mampu mendukung proses pembelajaran yang lebih terstruktur, sistematis, dan bermakna.

Kajian terhadap beberapa E-LKPD SPLDV yang telah dikembangkan dalam penelitian-penelitian sebelumnya menunjukkan adanya upaya desain instruksional yang diarahkan pada keberagaman aktivitas pembelajaran, seperti dalam penelitian yang dilakukan oleh Ristiani & Loviana (2023), Fadira & Elfrianto (2025), Mariska et al. (2024). Meskipun unsur konten, pendekatan pedagogis, dan pemanfaatan teknologi tampak diakomodasi, namun keterpaduannya belum selalu dihadirkan dalam alur pembelajaran yang sistematis dan saling menguatkan. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan E-LKPD dengan desain aktivitas yang secara eksplisit merangkai aspek konten, pedagogi, dan teknologi dalam satu kesatuan utuh, sehingga peserta didik dapat membangun pemahaman SPLDV melalui pengalaman belajar yang kontekstual, reflektif, dan berorientasi pada pemecahan masalah. Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini akan mengangkat judul “Pengembangan E-LKPD Berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) untuk Memfasilitasi Kemampuan Pemecahan Masalah pada Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV)”.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat diidentifikasi permasalahan fundamental yang menjadi fokus kajian dalam penelitian ini, yaitu:

1. Rendahnya kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik jenjang SMP, padahal kemampuan tersebut merupakan jantungnya

matematika yang mendukung regulasi proses berpikir dan pengambilan keputusan dengan tepat.

2. LKPD yang biasanya digunakan dalam pembelajaran matematika di sekolah penyusunannya masih terbatas pada penyajian kumpulan soal tanpa disertai komponen pendukung yang dirancang secara sistematis untuk memandu peserta didik melalui prosedur pemecahan masalah matematis secara bertahap, sehingga peserta didik merasa kesulitan dalam menyelesaikan permasalahan matematis secara menyeluruh dan terstruktur.
3. Belum memanfaatkan perangkat digital yang dimiliki peserta didik, padahal pemanfaatannya berpotensi dapat menciptakan pembelajaran yang lebih interaktif dan adaptif.
4. Belum optimalnya integrasi antara penguasaan terhadap konten pembelajaran, kompetensi pedagogis, serta pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran matematika, sehingga belum menciptakan pengalaman belajar yang adaptif dan relevan dengan kebutuhan peserta didik pada abad ke-21 di era digital.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah dijabarkan sebelumnya, rumusan masalah yang akan dijawab dalam penelitian ini yaitu bagaimana mengembangkan E-LKPD berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif?

D. Tujuan Pengembangan

Sesuai dengan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, tujuan pengembangan dari penelitian ini yaitu mengembangkan E-LKPD berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) yang memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif.

E. Spesifikasi Produk

Spesifikasi produk yang dikembangkan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. E-LKPD dapat diakses secara *online* melalui platform Liveworksheets menggunakan berbagai perangkat digital.
2. E-LKPD yang dikembangkan berbasis TPACK.
3. E-LKPD yang dikembangkan untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah pada mata pelajaran matematika.
4. E-LKPD yang dikembangkan sesuai dengan Kurikulum Merdeka fase D.
5. Materi pembelajaran yang digunakan dalam E-LKPD ini adalah SPLDV.
6. E-LKPD yang dikembangkan disusun secara sistematis dan terdiri dari tiga bagian, yaitu sebagai berikut:

- a. Bagian pendahuluan

Pada bagian pendahuluan E-LKPD memuat sampul depan, identitas kelompok, informasi pendukung, kata pengantar, daftar isi, uraian komponen utama TPACK, informasi indikator tahapan

pemecahan masalah matematika, petunjuk penggunaan E-LKPD, Capaian Pembelajaran (CP), Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan peta konsep.

b. Bagian isi

Pada bagian isi E-LKPD memuat aktivitas pembelajaran yang dirancang berbasis TPACK untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah, yang terbagi menjadi 3 bagian materi, yaitu:

- 1) Mengetahui dan Membuat Model Matematika SPLDV.
- 2) Mengetahui Jenis-Jenis Solusi SPLDV dan Penyelesaian SPLDV Menggunakan Metode Grafik.
- 3) Penyelesaian SPLDV Menggunakan Metode Eliminasi, Substitusi, dan Gabungan.

c. Bagian penutup

Bagian penutup E-LKPD memuat daftar pustaka, tentang penulis, dan sampul belakang.

F. Manfaat Pengembangan

Pengembangan E-LKPD ini diharapkan dapat memberikan manfaat, baik secara teoretis maupun praktis, yaitu sebagai berikut:

1. Manfaat Teoretis

Secara teoretis, produk pengembangan ini berpotensi memberikan sumbangan keilmuan dalam ranah pendidikan matematika, khususnya sebagai referensi dalam penguatan kajian teoretis yang mendasari inovasi pembelajaran. Dengan demikian, hasil pengembangan ini dapat

dimanfaatkan sebagai acuan bagi pendidik dan peneliti dalam upaya peningkatan kualitas proses pembelajaran matematika.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Sekolah

Produk pengembangan E-LKPD ini dapat digunakan sebagai salah satu sarana pendukung dalam upaya sekolah meningkatkan mutu pembelajaran matematika yang inovatif, guna menciptakan ekosistem belajar yang lebih efektif, menarik, dan relevan dengan kebutuhan peserta didik.

b. Bagi Pendidik

E-LKPD yang dikembangkan ini dapat dimanfaatkan oleh pendidik untuk memfasilitasi proses pembelajaran yang lebih menarik, interaktif, dan relevan dengan kebutuhan peserta didik, sehingga menciptakan suasana belajar yang efektif dan menyenangkan.

c. Bagi Peserta Didik

E-LKPD ini akan memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik dalam memperoleh pembelajaran matematika yang menarik, interaktif, dan bermakna, sehingga peserta didik dapat memahami materi matematika secara lebih komprehensif dan mampu memecahkan masalah matematis.

d. Bagi Peneliti

Pengembangan E-LKPD ini membuka ruang bagi peneliti untuk mengembangkan kompetensi serta wawasan dalam merancang inovasi

pembelajaran yang adaptif terhadap kebutuhan di lapangan, sekaligus menjadi bekal dalam membentuk profil pendidik profesional di bidang matematika.

e. Bagi Peneliti Lain

Hasil pengembangan E-LKPD ini dapat dijadikan sebagai sumber referensi maupun inspirasi bagi peneliti selanjutnya yang tertarik mengembangkan inovasi serupa dalam konteks pembelajaran matematika melalui penelitian lanjutan.

G. Asumsi

Asumsi merupakan landasan konseptual yang bersifat mendasar dan eksplisit untuk menjelaskan fenomena penelitian secara jelas dan terarah, serta digunakan sebagai titik tolak dalam pelaksanaan suatu kegiatan penelitian (Nkwake, 2020). Adapun asumsi dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Subjek penelitian memiliki akses terhadap perangkat digital serta konektivitas internet yang stabil, sehingga memungkinkan keterlibatan aktif dalam penggunaan E-LKPD yang dikembangkan.
2. Peserta didik telah menguasai keterampilan dasar dalam mengoperasikan perangkat digital dan platform pembelajaran yang digunakan, sehingga tidak terdapat hambatan teknis yang signifikan selama proses pemanfaatan E-LKPD.
3. Proses pengembangan E-LKPD mengacu pada prosedur model pengembangan yang sistematis dan memperoleh validasi dari para ahli yang

kompeten di bidangnya, sehingga kualitas produk dapat dipertanggungjawabkan secara akademis.

4. Proses implementasi E-LKPD dalam pembelajaran matematika dilaksanakan secara terstruktur dan sesuai dengan rencana pembelajaran yang tertuang dalam Modul Ajar, sehingga memungkinkan keterlaksanaan pembelajaran berlangsung secara sistematis dan berorientasi pada pencapaian tujuan.

H. Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini berfokus pada pengembangan E-LKPD berbasis *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel (SPLDV) dengan merujuk pada sumber-sumber pembelajaran yang relevan dalam Kurikulum Merdeka. Adapun ruang lingkup penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Produk yang dikembangkan terbatas pada E-LKPD berbasis TPACK yang diperuntukkan bagi peserta didik fase D.
2. E-LKPD yang dikembangkan hanya menyajikan materi SPLDV.
3. E-LKPD yang dikembangkan ditujukan untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik.

I. Definisi Operasional

Definisi operasional digunakan untuk memberikan kejelasan makna terhadap variabel-variabel utama dalam penelitian ini secara operasional, guna

memastikan keterpaduan arah penelitian dengan tujuan yang telah ditetapkan serta meminimalkan potensi kesalahpahaman dalam interpretasi fokus kajian. Adapun istilah-istilah yang dimaksud dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

1. Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (E-LKPD) adalah media pembelajaran yang berisi instruksi, panduan, serta aktivitas belajar yang tersusun secara sistematis berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP), Alur Tujuan Pembelajaran (ATP), dan Tujuan Pembelajaran (TP), yang dapat diakses menggunakan berbagai perangkat digital.

2. *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK)

Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) adalah suatu kerangka kerja yang mengintegrasikan tiga komponen pengetahuan utama, yaitu *technology* (teknologi), *pedagogy* (pedagogi), dan *content* (konten atau materi pembelajaran) yang bersinergi untuk menciptakan pengalaman belajar yang adaptif dan relevan dengan kebutuhan pembelajaran pada abad ke-21.

3. Kemampuan pemecahan masalah matematis

Kemampuan pemecahan masalah matematis merupakan suatu kemampuan dalam memahami, menganalisis, dan menyelesaikan permasalahan matematika melalui langkah-langkah sistematis dengan

tujuan untuk mengaplikasikan konsep matematika secara tepat sesuai dengan konteks permasalahan yang ada.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Penelitian pengembangan ini menghasilkan produk E-LKPD berbasis TPACK untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah pada materi SPLDV. Proses pengembangan produk mengikuti tahapan model pengembangan ADDIE yang terdiri atas lima tahapan sistematis, yaitu *analyze*, *design*, *develop*, *implement*, dan *evaluate*. Pada tahap *analyze*, dilakukan pengkajian kebutuhan dasar pengembangan produk melalui analisis kesenjangan kinerja, karakteristik peserta didik, tujuan instruksional, kurikulum, serta identifikasi sumber daya. Tahap *design*, dilakukan perancangan produk yang akan dikembangkan. Tahap *development* dilakukan dengan menyempurnakan produk melalui proses validasi terhadap E-LKPD beserta seperangkat instrumen penelitian pendukung, disertai uji coba keterbacaan E-LKPD kepada peserta didik dan uji coba soal *post-test* kemampuan pemecahan masalah matematis. Tahap *implement* dilakukan melalui uji coba lapangan untuk mengukur efektivitas dan praktikalitas produk. Tahap *evaluate* dilakukan secara berkesinambungan pada setiap tahapan untuk memastikan bahwa proses pengembangan tetap selaras dengan kebutuhan pembelajaran.

Berdasarkan hasil analisis validitas, E-LKPD memperoleh skor rata-rata sebesar 4,39 dari ahli materi pembelajaran dan 4,22 dari ahli teknologi

pendidikan, yang keduanya termasuk dalam kriteria sangat valid, sehingga memenuhi kriteria valid sesuai dengan tujuan pengembangan. Dari sisi praktikalitas, E-LKPD memperoleh skor sebesar 81,67% berdasarkan tanggapan pendidik (termasuk kriteria sangat praktis) dan 75,71% berdasarkan tanggapan peserta didik (termasuk kriteria praktis), sehingga produk dinyatakan memenuhi kriteria praktis untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Berdasarkan analisis efektivitas E-LKPD, hasil *post-test* kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik pada kelas eksperimen menunjukkan rata-rata nilai sebesar 62,43, lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang memperoleh rata-rata nilai sebesar 37,65. Hasil uji *independent sample t-test* menunjukkan nilai *Sig. (2 – tailed)* sebesar 0,000, yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara rata-rata hasil *post-test* antara kedua kelas, sehingga E-LKPD yang dikembangkan dinyatakan efektif dalam memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah matematis sesuai dengan tujuan. Dengan demikian, secara keseluruhan E-LKPD yang dikembangkan dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif, sehingga layak digunakan sebagai media pembelajaran pada materi SPLDV untuk memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

B. Saran

Berdasarkan kesimpulan hasil penelitian tersebut, maka dapat disampaikan saran sebagai berikut:

1. E-LKPD berbasis TPACK yang telah dikembangkan dan memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu

alternatif media pembelajaran pada materi SPLDV untuk mendukung proses pembelajaran yang memfasilitasi kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

2. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengembangan serupa pada materi atau jenjang yang berbeda dengan mempertimbangkan karakteristik peserta didik, dinamika pembelajaran yang beragam, serta perluasan fokus untuk memfasilitasi kemampuan lain yang relevan dengan tujuan pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Amin, S. M., Ibrahim, M., & Hartatik, S. (2021). Peningkatan ketuntasan hasil belajar siswa sekolah dasar pada pembelajaran tematik melalui E-LKPD dengan bantuan aplikasi Google Meet. *Jurnal Basicedu*, 5(5), 3393–3398. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i5.1339>
- Afriany, A., & Husna, T. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis TPACK pada pembelajaran IPAS materi bagian tumbuh-tumbuhan kelas IV SD. *Pendas : Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 9(4), 173–183.
- Ahad, N. A., & Yahaya, S. S. S. (2014). Sensitivity analysis of Welch's t-test. *Proceedings of the 21st National Symposium on Mathematical Sciences (SKSM21)*, 1605(1), 888–893. <https://doi.org/10.1063/1.4887707>
- Akpan, E. E., & Lion, C. J. (2023). Independent t-test statistics: Its relevance in educational research. *International Journal of Eminent Scholars*, 10(1), 79–88.
- Alegre, F., Moliner, L., Maroto, A., & Lorenzo-Valentin, G. (2019). Peer tutoring and mathematics in secondary education: Literature review, effect sizes, moderators, and implications for practice. *Heliyon*, 5(9), e02491. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02491>
- Alfiyyah, A. (2023). *Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) pada materi bilangan bulat kelas VI sekolah dasar*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Aliah, S. N., & Bernard, M. (2020). Analisis kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah berbentuk cerita pada materi segitiga dan segiempat. *Suska Journal of Mathematics Education*, 6(2), 111–118. <https://doi.org/10.24014/sjme.v6i2.9325>
- Amaliya, I., Suraya, A., Sumaji, Utaminingsih, S., & Pratama, H. (2024). *The effectiveness of digital interactive media worksheets in improving elementary school students' mathematical literacy*. 3(3), 1–8.
- Aminah, S. (2022). Pengaruh model pembelajaran kooperatif tipe think pair share

(TPS) terhadap komunikasi matematika siswa pada pokok bahasan sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV) di kelas VIII UPTD SMPN 2 Kotanopan, Kab. Mandailing Natal. In *Skripsi*. Padangsidempuan: Institut Agama Islam Negeri Padangsidempuan.

Amir, M. F. (2015). Pengaruh pembelajaran kontekstual terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika siswa sekolah dasar. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan: Tema "Peningkatan Kualitas Peserta Didik Melalui Implementasi Pembelajaran Abad 21"*, 34–42.

Anton, H., & Rorres, C. (2014). *Elementary linear algebra (11th ed.)*. Canada: Anton Textbooks, Inc.

Ariani, W. (2022). Praktikalitas lembar kerja peserta didik berbasis penemuan terbimbing pada materi Teorema Pythagoras. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 1073–1077.

Arifin, Z. (2012a). *Evaluasi pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama RI.

Arifin, Z. (2012b). *Penelitian pendidikan: Metode dan paradigma baru*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Asih, N. W. R. K. (2023). *Analisis kesalahan siswa kelas VIII A dalam menyelesaikan soal kontekstual pada materi SPLDV berdasarkan teori Nolting di SMPN 2 Kuta Utara*. Denpasar: Universitas Mahasaraswati Denpasar.

Asmaranti, W., Pratama, G. S., & Wisniarti. (2018). Desain lembar kerja peserta didik (LKPD) matematika dengan pendekatan saintifik berbasis pendidikan karakter. *Prosiding Seminar Nasional Etnomatnesia*, 639–646.

Aulia, V. (2022). *Bahan ajar sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV): Penyelesaian SPLDV metode grafik*. <https://anyflip.com/ziqkt/scqj/basic>

Awofala, A. O. A., & Agbolade, F. O. O. (2024). Effect of peer-tutoring strategy on senior secondary school students' achievement in mathematics. *ASEAN Journal for Science Education*, 3(1), 1–12.

- Azizah, N. L., & Ariyanti, N. (2020). *Dasar-dasar aljabar linier*. Sidoarjo: UMSIDA Press.
- Branca, N. A. (1980). *Problem solving as a goal, process and basic skills*. In S. Krulik & R. E. Reys (Eds.), *Problem solving in school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Cañas, J., Quesada, J., Antolí, A., & Fajardo, I. (2003). Cognitive flexibility and adaptability to environmental changes in dynamic complex problem-solving tasks. *Ergonomics*, 46(5), 482–501. <https://doi.org/10.1080/0014013031000061640>
- Carmines, E. G., & Zeller, R. A. (1979). *Reliability and validity assessment*. Thousand Oaks: Sage. <https://doi.org/10.4135/9781412985642>
- Chase, C. C., Chin, D. B., Opezzo, M. A., & Schwartz, D. L. (2009). Teachable agents and the protégé effect: Increasing the effort towards learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(4), 334–352. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9180-4>
- Chen, Y., Qi, G., & He, H. (2015). A study on analysis of learners in instructional design. In S. Long & B. S. Dhillon (Eds.), *Proceedings of the 14th International Conference on Man–Machine–Environment System Engineering*, 59–65. https://doi.org/10.1007/978-3-662-44067-4_7
- D'Agustino, S. (2012). Toward a course conversion model for distance learning: A review of best practices. *Journal of International Education in Business*, 5(2), 145–162. <https://doi.org/10.1108/18363261211281753>
- Dahar, R. W. (1989). *Teori-teori belajar*. Jakarta: Erlangga.
- Damsa, B. (2023). Optimizing pedagogical strategies in management education: A comprehensive analysis of innovative approaches and student learning outcomes. *Journal Educational Verkenning*, 4(4), 19–24. <https://doi.org/10.48173/jev.v4i4.248>

- Darling-Hammond, L., Flook, L., Cook-Harvey, C., Barron, B., & Osher, D. (2020). Implications for educational practice of the science of learning and development. *Applied Developmental Science*, 24(2), 97–140. <https://doi.org/10.1080/10888691.2018.1537791>
- Darmawan, M., Sutiarto, S., & Nurhanurawati. (2024). Pengembangan LKPD berbasis penemuan terbimbing untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 13(1), 91–104. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v13i1.8045>
- Dasmasela, F. X., Winingsih, P. H., & Saputro, H. (2021). Pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) berbasis problem based learning dalam pokok bahasan suhu dan kalor kelas XI. *Compton: Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 8(1), 28–33. <https://doi.org/10.30738/cjipf.v8i1.10468>
- Derry, S. J., & Lesgold, A. (1996). Toward a situated social practice model for instructional design. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.). *Handbook of Educational Psychology*.
- Fadillah, S. (2009). Kemampuan pemecahan masalah matematis dalam pembelajaran matematika. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*, 553–558.
- Fadira, T. N., & Elfrianto. (2025). Development of interactive E-LKPD assisted by QR code on two-variable linear equation system (SPLDV) material at MTs Al Fauzi Cinta Rakyat. *Jurnal Riset Ilmu Pendidikan*, 5(1), 64–69. <https://doi.org/10.56495/jrip.v5i1.754>
- Fatin, I., & Yuniarti, S. (2019). Kualitas bahan ajar keterbacaan berorientasi direct instruction. *Jurnal Belajar Bahasa*, 4(1), 57–67. <https://doi.org/10.32528/bb.v4i1.1866>
- Fauziyah, N., & Rahma, Z. N. (2025). Analysis of student's mathematical problem-solving ability with moderate learning readiness based on Polya's theory. *Research and Development in Education (RaDeN)*, 5(1), 195–208.
- Fiandini, M., Nandiyanto, A. B. D., Al Husaeni, D. F., Al Husaeni, D. N., & Mushiban, M. (2024). How to calculate statistics for significant difference test using SPSS: Understanding students comprehension on the concept of steam engines as power plant. *Indonesian Journal of Science and Technology*, 9(1),

45–108. <https://doi.org/10.17509/ijost.v9i1.64035>

Findayani, Z. (2022). Pengembangan e-LKPD berbasis technological pedagogical and content knowledge (TPACK) pada materi gelombang bunyi untuk SMA/MA. In *Skripsi*. Aceh: Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.

Firmansyah, M. E., & Ambarwati, R. (2025). *Pengembangan E-LKPD berbasis pendekatan TPACK submateri Animalia vertebrata untuk melatih keterampilan berpikir kritis pada peserta didik kelas X SMA*. 14(2), 414–428. <https://doi.org/10.26740/bioedu.v14n2.p414-428>

Fitria, N. F. N., Hidayani, N., Hendriana, H., & Amelia, R. (2018). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematik siswa SMP dengan materi segitiga dan segiempat. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 8(1), 49–57. <https://doi.org/10.22437/edumatica.v8i01.4728>

Fitriasari, P. (2017). Pemanfaatan software Geogebra dalam pembelajaran matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA*, 3(1), 57–69. <https://doi.org/10.19109/jpmrafa.v3i1.1441>

Gierl, M. J., Wang, C., & Zhou, J. (2008). Using the attribute hierarchy method to make diagnostic inferences about examinees' knowledge and skills in mathematics: An operational implementation of cognitive diagnostic assessment. *The Journal of Technology, Learning, and Assessment*, 6(6), 318–341. <https://ejournals.bc.edu/index.php/jtla/article/view/1636>

Hanum, L., & Amini, R. (2023). Pengembangan e-LKPD berbasis problem based learning menggunakan aplikasi Book Creator di kelas III sekolah dasar. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(4), 2183–2194. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i4.7963>

Harris, J., Mishra, P., & Koehler, M. J. (2009). Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. *Journal of Research on Technology in Education*, 41(4), 393–416. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782536>

Hidayat, D. W., & Pujiastuti, H. (2019). Analisis kesalahan siswa dalam menyelesaikan masalah matematis pada materi himpunan. *Jurnal Analisa*, 5(1), 59–67. <https://doi.org/10.15575/ja.v5i1.4120>

- Hiebert, J., Carpenter, T. P., Fennema, E., Fuson, K., Human, P., Murray, H., Olivier, A., & Wearne, D. (1996). Problem solving as a basis for reform in curriculum and instruction: The case of mathematics. *Educational Researcher*, 25(4), 12–21. <https://doi.org/10.3102/0013189X025004012>
- Ibda, F. (2015). Perkembangan kognitif: Teori Jean Piaget. *Intelektualita*, 3(1), 27–38.
- Imenda, S. (2014). Is there a conceptual difference between theoretical and conceptual frameworks? *Journal of Social Sciences*, 38(2), 185–195. <https://doi.org/10.1080/09718923.2014.11893249>
- Jacinto, H., & Carreira, S. (2023). Knowledge for teaching mathematical problem-solving with technology: An exploratory study of a mathematics teacher's proficiency. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 105–122. <https://doi.org/10.30935/scimath/12464>
- Jackson, R. L., Drummond, D. K., & Camara, S. (2007). What is qualitative research? *Qualitative Research Reports in Communication*, 8(1), 21–28. <https://doi.org/10.1080/17459430701617879>
- Jatniko. (2018). Kesulitan siswa dalam memahami pemecahan masalah matematika. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 3(1), 17–20. <https://doi.org/10.26877/jipmat.v3i1.2285>
- Jonassen, D. H. (2010). *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments (1st ed.)*. New York: Routledge.
- Joyce, B., & Calhoun, E. (2024). *Models of teaching (10th ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003455370>
- Karira, N. F., Sunarti, T., Jauhariyah, M. N. R., & Setyasih, W. (2023). Validitas instrumen tes berbasis literasi sains untuk mengukur keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi energi terbarukan. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 12(2), 118–125.
- Katriani, L. (2016). Pengembangan lembar kerja siswa. *Prosiding Mathematics and Sciences Forum*, 5(1), 819–824.

- Kaufman, A. S. (2009). *IQ Testing 101*. New York: Springer.
- Ketaren, M. A., Girsang, K., Manurung, M., & Ginting, E. R. B. (2024). Uji validitas dan uji daya beda soal buatan pilihan ganda dengan tes sumatif siswa kelas IV UPT SD Negeri 065013 Medan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 1(11), 3278–3283. <https://doi.org/10.59837/jpmba.v1i11.706>
- Kim, T. K., & Park, J. H. (2019). More about the basic assumptions of t-test: Normality and sample size. *Korean Journal of Anesthesiology*, 72(4), 331–335. <https://doi.org/10.4097/kja.d.18.00292>
- Kobayashi, K. (2018). Learning by preparing-to-teach and teaching: A meta-analysis. *Japanese Psychological Research*, 61(3), 192–203. <https://doi.org/10.1111/jpr.12221>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators (1st ed.)*. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315759630>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60–70. <https://www.learntechlib.org/primary/p/29544/>
- Krishnan, P. (2019). A review of the non-equivalent control group post-test-only design. *Nurse Researcher*, 26(2), 37–40. <https://doi.org/10.7748/nr.2018.e1582>
- Kumalasari, O. D., & Julianto. (2021). Pengembangan lembar kerja peserta didik ilmu pengetahuan alam berbantu website Wizer.me materi energi alternatif kelas IV sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 9(7), 2827–2837. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-penelitian-pgsd/article/view/41382>
- Kusumawati, N. N., & Nugraheni, A. Y. (2022). The correlation between knowledge level with attitude and behavior toward the diarrhea self-medication among parents of toddlers in Parangjoro, Grogol, Sukoharjo, Central Java, Indonesia in 2021. *Proceedings of the 4th International Conference Current Breakthrough in Pharmacy (ICB-Pharma 2022)*, 139–154. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-050-3_12

- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri. (2021). Efektivitas LKPD elektronik sebagai media pembelajaran pada masa pandemi Covid-19 untuk guru di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(2), 25–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/jpmpi.v4i2.668>
- Legendre, P., & Borcard, D. (2001). Statistical comparison of univariate tests of homogeneity of variances. *Legendre2001StatisticalCO*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:9797884>
- Listya, A. (2018). Konsep dan penggunaan warna dalam infografis. *Jurnal Desain*, 6(1), 10–19. <https://doi.org/10.30998/jurnaldesain.v6i01.2837>
- Maʼulah, S., & Juniati, D. (2020). The effect of learning with reversible problem-solving approach on prospective-math-teacher students' reversible thinking. *International Journal of Instruction*, 13(2), 329–342. <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13223a>
- Mahdayani, R. (2016). Analisis kesulitan siswa dalam pemecahan masalah matematika pada materi aritmetika, aljabar, statistika, dan geometri. *Jurnal Pendas Mahakam*, 1(1), 86–98.
- Mariska, S., Ningsih, Y. L., & Mulbasari, A. S. (2024). E-LKPD berbasis problem based instruction pada materi sistem persamaan linier dua variabel. *Differential: Journal on Mathematics Education*, 2(2), 200–212. <https://doi.org/10.32502/differential.v2i2.238>
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (1982). *Thinking mathematically*. London: Addison-Wesley.
- Masruroh, S. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) berbasis learning cycle 7E bermuatan keterampilan abad 21 pada konsep sistem imun kelas XI SMA/MA [Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah]. In *Skripsi*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning (2nd ed.)*. New York: Cambridge University Press.
- Melsita, H., & Yulia, P. (2023). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa sekolah menengah pertama (SMP) kelas VIII. *MEGA: Jurnal*

Pendidikan Matematika, 4(2), 592–598.
<https://doi.org/10.59098/mega.v4i2.1032>

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mitasari, R. A., & Hidayah, R. (2022). Development e-worksheet based on problem based learning to improve student's metacognitive ability. *Journal of Science Education Research*, 6(2), 66–74. <https://doi.org/10.21831/jser.v6i2.53067>
- Mohajan, H. K. (2020). Quantitative research: A successful investigation in natural and social sciences. *Journal of Economic Development, Environment and People*, 9(4), 50–79. <https://doi.org/10.1080/17459430701617879>
- Monalisa, Salmina, M., & Amalia, Y. (2023). Penerapan media pembelajaran matematika pada materi SPLDV dengan menggunakan GeoGebra untuk meningkatkan minat belajar matematika siswa di SMP Negeri 4 Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 4(1), 86–98.
- Muhammad, I. (2024). Pengembangan E-LKPD sebagai media pembelajaran kimia pada materi laju reaksi. In *Skripsi*. Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- Munir, R. (2020). *Sistem persamaan linier (SPL)*. Institut Teknologi Bandung. <https://informatika.stei.itb.ac.id/~rinaldi.munir/AljabarGeometri/2020-2021/Algeo-03-Sistem-Persamaan-Linier.pdf>
- Muslimin, Z., Adnan, & Junda, M. (2022). Uji validitas pengembangan lembar kerja peserta didik (LKPD) elektronik berbasis keterampilan proses sains pada materi sistem pencernaan kelas XI SMA. *Biogenerasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(1), 85–90. <https://doi.org/10.30605/biogenerasi.v7i1.1650>
- Mustaqim, & Sulisti, H. (2024). Analisis butir soal PAS matematika peminatan: Daya pembeda, tingkat kesukaran, dan kualitas pengecoh. *Al-'Adad: Jurnal Tadris Matematika*, 3(1), 44–56. <https://doi.org/10.24260/add.v3i1.3011>
- Nartgün, Z., & Şahin, M. (2015). Psychometric properties of data gathering tools used in thesis. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 174, 2849–2855. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.978>

- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- National Research Council. (1999). *Being fluent with information technology*. Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/6482>
- National Research Council. (2000). *How people learn: Brain, mind, experience, and school: Expanded edition*. Washington, D.C.: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9853>
- Ngafifi, M. (2014). Kemajuan teknologi dan pola hidup manusia dalam perspektif sosial budaya. *Jurnal Pembangunan Pendidikan: Fondasi Dan Aplikasi*, 2(1), 33–47. <https://doi.org/10.21831/jppfa.v2i1.2616>
- Niswatin, C., Sari, D. L., & Latief, M. A. (2018). Learning materials design for higher vocational engineering students to support their ability in academic writing. *Proceedings of the 10th International Conference on Education Technology and Computers*, 264–267. <https://doi.org/10.1145/3290511.3290574>
- Nkwake, A. M. (2020). *Why are assumptions important? In: Working with assumptions in international development program evaluation*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33004-0_7
- Nuha, M. 'Azmi, Suhito, & Masrukan. (2014). Analisis kemampuan pemecahan masalah geometri dan karakter siswa SMP kelas VIII melalui pembelajaran model 4K. *Kreano, Jurnal Matematika Kreatif-Inovatif*, 5(2), 188–194. <https://journal.unnes.ac.id/nju/kreano/article/view/4549/3813>
- Nurdin, S., & Adriantoni. (2016). *Kurikulum dan pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Pers.
- Nurhalizah, Zulfah, & Astuti. (2023). Validitas instrumen penelitian: Pengaruh metode scaffolding terhadap kemampuan computational thinking peserta didik kelas VIII di SMP Negeri 1 Bangkinang. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 2(1), 25–28. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v2i1.77>
- Nurjanah. (2021). Pengembangan RPP dan LKPD berbasis TPACK pada materi

garis dan sudut untuk mengetahui kemampuan pemecahan masalah matematis peserta didik. In *Skripsi*. Jambi: Universitas Jambi.

Nurkaeti, N. (2018). Polya's strategy: An analysis of mathematical problem solving difficulty in 5th grade elementary school. *EduHumaniora: Jurnal Pendidikan Dasar*, 10(2), 140–147. <https://doi.org/10.17509/eh.v10i2.10868>

Nurlaila, Hanifah, & Hidayati, N. (2025). Analysis of mathematical problem solving ability of junior high school students on SPLDV material. *EMTEKA: Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(1), 96–105. <https://doi.org/10.24127/emteka.v6i1.6292>

Oktavia, Y. H., & Mulyadiprana, A. (2022). Analisis kebutuhan referensi pembelajaran berbasis education for sustainable development di sekolah dasar. *PEDADIDAKTIKA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 9(2), 241–248. <https://doi.org/10.17509/pedadidaktika.v9i2.53102>

Oktaviani, N. N., Suprpto, P. K., & Mustofa, R. F. (2021). Hubungan fleksibilitas kognitif dengan keterampilan pemecahan masalah pada mata pelajaran biologi di MAN Kota Tasikmalaya. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 9(1), 87–94. <https://doi.org/10.23960/jbt.v9i110>

Organisation for Economic Co-operation and Development. (2018). *The future of education and skills: Education 2030*. OECD Directorate for Education and Skills.

Pamugari, A., Tanjungsari, Y. P., Artadi, A., & Setiawan, H. (2020). The development of Japan history teaching materials with ADDIE method. *Izumi: Jurnal Bahasa, Sastra, Dan Budaya Jepang*, 9(2), 200–208. <https://doi.org/10.14710/izumi.9.2.200-208>

Passmore, T. (2007). Polya's legacy: Fully forgotten or getting a new perspective in theory and practice? *Australian Senior Mathematics*, 21(2), 44–53.

Pebrianti, A., Usdiyana, D., Dedy, E., & Sudihartini, E. (2023). Kesulitan siswa dalam menyelesaikan soal pemecahan masalah ditinjau dari kemampuan awal matematika siswa. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 12(3), 3530–3541. <https://doi.org/10.24127/ajpm.v12i3.7400>

- Pelangi, G. (2020). Pemanfaatan aplikasi Canva sebagai media pembelajaran bahasa dan sastra Indonesia jenjang SMA/MA. *Jurnal Sasindo Unpam*, 8(2), 79–96. <https://doi.org/10.32493/sasindo.v8i2.79-96>
- Pólya, G. (1945). *How to solve it*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Pólya, G. (1957). *How to solve it: A new aspect of mathematical method (2nd ed.)*. Princeton NJ: Princeton University Press.
- Pramesti, S. L. D., & et al. (2021). *Modul workshop pembelajaran matematika 1*. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management.
- Prastica, L. (2023). Pengembangan E-LKPD kimia berbasis TPACK menggunakan model Problem Based Learning pada materi asam basa. In *Skripsi*. Jambi: Universitas Jambi.
- Prastowo, A. (2014). *Pengembangan bahan ajar tematik: Tinjauan teoritis dan praktik*. Jakarta: Kencana.
- 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>
- Pratama, T. P., Resti, V. D. A., & Islami, R. A. Z. El. (2024). Pengembangan E-LKPD interaktif berbasis SETS tema global warming untuk menumbuhkan motivasi belajar peserta didik SMP. *Eduproxima: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 6(3), 1123–1132. <https://doi.org/10.29100/.v6i3.5054>
- Prisusanti, R. D., Mardikawati, B., Judijanto, L., Arsyil Majid, D., & Haridah Saputra, M. (2023). Analisis kompetensi penggunaan e-learning, kesiapan dan penggunaan teknologi digital mahasiswa. *Journal of Vocational, Informatics and Computer Education*, 1(2), 93–101. <https://doi.org/10.61220/voice.v1i2.20240>
- Purnamasari, A., & Riska. (2020). Model pembelajaran Osborn pada materi sistem persamaan linear dua variabel (SPLDV). *Jurnal Pendidikan Pemuda Nusantara*, 2(1), 9–17. <https://doi.org/10.56335/jppn.v2i1.21>

- Purnawati, W., Maison, M., & Haryanto, H. (2020). E-LKPD berbasis Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Sebuah pengembangan sumber belajar pembelajaran fisika. *Tarbawi : Jurnal Ilmu Pendidikan*, 16(2), 126–133. <https://doi.org/10.32939/tarbawi.v16i2.665>
- Putri, M. D. (2023). Pengembangan E-LKPD menggunakan Liveworksheet berbasis discovery learning pada materi polinomial. In *Skripsi*. Pekanbaru: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim.
- Rahma, A. (2024). Pengembangan media pembelajaran Comic Math berbantuan whiteboard animation dengan menggunakan pendekatan realistic mathematics education untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa kelas VII SMPN 9 Sarolangun. In *Skripsi*. Jambi: Universitas Jambi.
- Rahmadi, A. Z., Sari, N. P., Juliana, S., & Rahman, B. (2015). Studi literatur: Pembelajaran matematika menggunakan GeoGebra dalam meningkatkan kemampuan penalaran matematis siswa. *Seminar Nasional Matematika Dan Pendidikan Matematika UNY 2015*, 49–56. <https://adoc.pub/studi-literatur-pembelajaran-matematika-menggunakan-geogebra.html>
- Rahmawan, J., Mariani, S., & Sulhadi. (2015). Model pembelajaran outdoor mathematics dalam group investigation bermuatan karakter untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 4(1), 18–25.
- Rahmawati, L. H., & Wulandari, S. S. (2020). Pengembangan lembar kegiatan peserta didik (LKPD) berbasis scientific approach pada mata pelajaran administrasi umum semester genap kelas X OTKP di SMK Negeri 1 Jombang. *Jurnal Pendidikan Administrasi Perkantoran (JPAP)*, 8(3), 504–515. <https://doi.org/10.26740/jpap.v8n3.p504-515>
- Reeff, J.-P. (1999). *New assessment tools for cross-curricular competencies in the domain of problem solving*. https://cordis.europa.eu/docs/projects/files/SOE/SOE2982042/70781411-6_en.pdf
- Ristiani, L., & Loviana, S. (2023). Pengembangan E-LKPD dengan pendekatan pemecahan masalah pada materi sistem persamaan linier dua variabel. *LINEAR: Journal of Mathematics Education*, 4(2), 104–115. <https://doi.org/10.32332/linear.v4i2.7635>

- Rojas, C. N., Peñafiel, G. A. A., Buitrago, D. F. L., & Romero, C. A. T. (2021). Society 5.0: A Japanese concept for a superintelligent society. *Sustainability*, 13(12), 6567. <https://doi.org/10.3390/su13126567>
- Ruhma, S. Z., Ratnaningsih, N., & Rahayu, D. V. (2023). Analisis kesulitan siswa dalam memecahkan masalah pada materi persamaan kuadrat berdasarkan prosedur Polya. *Primatika: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(2), 139–152. <https://doi.org/10.30872/primatika.v12i2.2699>
- Rusdi, M., Sirajuddin, H., & Alfah, R. (2022). Implementation of the ADDIE model (analysis, design, development, implementation, evaluation) in PHP-based e-learning in the era of pandemic. *Jurnal Teknologi Informasi Universitas Lambung Mangkurat (JTIULM)*, 7(1), 49–56. <https://doi.org/10.20527/jtiulm.v7i1.74>
- Rusmin, L., Misrahayu, Y., Pongpalilu, F., Radiansyah, & Dwiyanto. (2024). Critical thinking and problem-solving skills in the 21st century. *Join: Journal of Social Science*, 1(5), 144–162. <https://doi.org/https://doi.org/10.59613/svhy3576>
- Sa'adah, A. S., Inayah, R., Zahro, P., Suhendri, H., & Hakim, A. R. (2024). Analisis kemampuan pemecahan masalah matematis siswa pada materi segitiga. *Jurnal Pendidikan Guru Matematika*, 10(1), 99–112. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v10i1.26469>
- Salema, A., Meha, A. M., & Ngginak, J. (2024). Pengembangan E-LKPD berbasis literasi sains pada materi sistem reproduksi manusia kelas XI SMAN 4 Kupang. *Biosfer: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 9(2), 215–223. <https://doi.org/10.23969/biosfer.v9i2.20026>
- Santos, M., Agüero, E., Borbón, A., & Páez, C. (2003). Students' use of technology in mathematical problem solving: Transforming technological artifacts into mathematical tools. *Proceedings of the 2003 Joint Meeting of PME and PMENA*, 4, 119–126. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED501092.pdf>
- Sariningsih, E. D., Kusumastuti, N., & Yudhi. (2022). Penentuan kestabilan solusi sistem persamaan linear berdasarkan bilangan kondisi. *Buletin Ilmiah Mat. Stat. Dan Terapannya (Bimaster)*, 11(2), 329–336. <https://doi.org/10.26418/bbimst.v11i02.53484>

- Sawyer, S. F. (2009). Analysis of variance: The fundamental concepts. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 17(2), 27E-38E. <https://doi.org/10.1179/jmt.2009.17.2.27E>
- Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, FL: Academic Press.
- Schoenfeld, A. H. (1992). *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics*. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). New York: MacMillan.
- Septiani, W., & Amir, A. (2023). Pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) pada materi teks negosiasi siswa kelas X SMAN 1 Sarolangun. *SIMPATI: Jurnal Penelitian Pendidikan Dan Bahasa*, 1(1), 80–92. <https://doi.org/10.59024/simpati.v1i1.68>
- Setiawati, S., & Lapasau, M. (2022). Aspek bahasa dan konstruksi butir soal evaluasi pada buku tematik kelas III Sekolah Dasar. *Prosiding Seminar Nasional Bahasa, Seni, Dan Sastra*, 1, 383–388. <https://doi.org/10.30998/sinastra.v1i0.6111>
- Shafie, H., Majid, F. A., & Ismail, I. S. (2019). Technological pedagogical content knowledge (TPACK) in teaching 21st century skills in the 21st century classroom. *Asian Journal of University Education*, 15(3), 24–33. <https://doi.org/10.24191/ajue.v15i3.7818>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Singh, A. M. (2024). “I was but the learner, now I am the master”: Using the protégé effect to accelerate learning outcomes. https://scholarship.law.gwu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3042&context=faculty_publications
- Sinuraya, R. G., & Frisnoiry, S. (2023). Development of problem based learning (PBL) electronic student worksheets (E-LKPD) to improve students’ mathematical problem solving ability. *Formosa Journal of Multidisciplinary Research*, 2(1), 107–124. <https://doi.org/10.55927/fjmr.v2i1.2690>

- Siregar, I. A. (2021). Analisis dan interpretasi data kuantitatif. *ALACRITY: Journal of Education*, 1(2), 39–48. <https://doi.org/10.52121/alacrity.v1i2.25>
- Sudirman, & Sudirman. (2021). Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan pada lembaga pendidikan tinggi swasta Universitas Nahdlatul Wathan. (*JPAP) Jurnal Praktisi Administrasi Pendidikan*), 5(2), 60–63. <https://doi.org/10.29303/jpap.v5i2.491>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2016). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sujarweni, V. W. (2014). *SPSS untuk penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Sumarmo, U. (2000). *Pengembangan model pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan intelektual tingkat tinggi siswa sekolah dasar: Laporan penelitian hibah bersaing perguruan tinggi tahun anggaran 2000/2001*. Bandung: Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Suryaningsih, S., & Nurlita, R. (2021). Pentingnya lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) inovatif dalam proses pembelajaran abad 21. *Jurnal Pendidikan Indonesia (Japendi)*, 2(7), 1256–1268. <https://doi.org/10.59141/japendi.v2i07.233>
- Sutra, Mulyono, D., & Mawardi, D. N. (2024). Lembar kerja peserta didik berbasis problem based learning pada pembelajaran matematika. *Jurnal Basicedu*, 8(4), 2441–2450. <https://doi.org/doi.org/10.31004/basicedu.v8i4.7824>
- Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). *Cognitive load theory*. New York: Springer.
- Tohir, M., Muhasshanah, M., Hidayat, R., Valentino, E., & Wijaya, T. T. (2023). Mathematical Olympiad issues to identify students' reasoning ability using Polya's model. *Alifmatika: Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Matematika*, 5(2), 264–281. <https://doi.org/10.35316/alifmatika.2023.v5i2.264-281>

- Umar, Hasratuddin, & Surya, E. (2022). Pengembangan LKPD berbasis model think aloud pair problem solving untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa SD Negeri 067248 Medan. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 6(3), 3402–3416. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v6i3.1884>
- Umayah, Hakim, A. R., & Nurrahmah, A. (2019). Pengaruh metode contextual teaching and learning terhadap kemampuan pemecahan masalah matematika. *JKPM (Jurnal Kajian Pendidikan Matematika)*, 5(1), 85–94. <https://doi.org/10.30998/jkpm.v5i1.5075>
- van Aken, J. E., Berends, H., & van der Bij, H. (2007). *Problem solving in organizations: A methodological handbook for business students*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511618413.014>
- Van der Stel, M., Veenman, M. V. J., Deelen, K., & Haenen, J. (2010). The increasing role of metacognitive skills in math: A cross-sectional study from a developmental perspective. *ZDM – Mathematics Education*, 42, 219–229. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0224-2>
- Wafa, M. A., & Agustin, R. D. (2022). *E-modul matematika SPLDV (sistem persamaan linear dua variabel)*. Malang: IKIP Budi Utomo Malang.
- Wahidah, N., Hasanuddin, & Hartono. (2018). Pengembangan lembar kerja siswa dengan model pembelajaran kooperatif tipe kreatif-produktif untuk memfasilitasi kemampuan pemahaman konsep matematis siswa SMP Negeri 21 Pekanbaru. *JURING (Journal for Research in Mathematics Learning)*, 1(1), 79–90. <https://doi.org/10.24014/juring.v1i1.4775>
- Wedastuti, N. K., Sunismi, & Aniesfuady. (2023). Analisis kualitas soal ujian akhir semester dengan menggunakan aplikasi program Anates. *JIPM (Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika)*, 12(1), 1–11. <https://doi.org/10.25273/jipm.v12i1.15413>
- Widjajanti, E. (2008). Kualitas lembar kerja siswa. *Makalah Dalam Kegiatan Pengabdian Masyarakat*.
- Yakin, A. (2021). Pengembangan E-LKPD berciri multimedia untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan disposisi matematis. In *Tesis*. Malang:

Universitas Muhammadiyah Malang.

Yitzhaki, S. (2013). The efficient exam. *Labor: Human Capital EJournal*, 1–35.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2267039>

Yusuf, A., Suardana, I. N., & Selamat, K. (2021). Pengembangan media pembelajaran flashcard IPA SMP materi tata surya. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 4(1), 69–80.
<https://doi.org/10.23887/jppsi.v4i1.33181>

Zahara, A. (2022). Pengembangan lembar kerja peserta didik berbasis POE (predict-observe-explain) untuk melatih keterampilan berpikir kritis materi zat aditif dan zat adiktif siswa kelas VIII MTs. In *Skripsi*. Kudus: Institut Agama Islam Negeri Kudus.

Zulyusri, P. D., Farma, S. A., & Ristiono. (2019). The development of student worksheet based on contextual approach about protist for senior high school grade X. *Jurnal Atrium Pendidikan Biologi*, 4(1), 189–199.
<https://doi.org/10.24036/apb.v4i1.5500.g2944>

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
 SUNAN KALIJAGA
 YOGYAKARTA