



**PENGEMBANGAN LKPD (LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK)
BERBASIS STEM PADA MATERI PERTIDAKSAMAAN
LINEAR DUA VARIABEL UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN MATEMATIS**

TESIS

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Matematika (S2) dan mencapai gelar Magister Pendidikan

Oleh:

Siti Mutrofin

NIM 220220101025

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS JEMBER

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA

JEMBER

2026



**PENGEMBANGAN LKPD (LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK)
BERBASIS STEM PADA MATERI PERTIDAKSAMAAN
LINEAR DUA VARIABEL UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN MATEMATIS**

TESIS

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Pendidikan Matematika (S2) dan mencapai gelar Magister Pendidikan

Oleh:
Siti Mutrofin
NIM 220220101025

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS JEMBER
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN MATEMATIKA
JEMBER**

2026

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga tesis ini dapat terselesaikan. Tesis ini saya persembahkan kepada:

1. Keluarga saya tercinta, terima kasih untuk dukungan, motivasi, do'a serta kasih sayang yang tidak pernah pudar;
2. Bapak/Ibu Guru saya sejak TK hingga Perguruan Tinggi khususnya Dosen Pendidikan Matematika yang telah membagi ilmu dan memotivasi;
3. Dosen pembimbing, Dr. Arika Indah Kristiana, S.Si., M.Pd dan Dr. Susanto, M.Pd yang telah memberikan saran dan masukan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan tesis ini
4. Penguji saya, Prof. Didik Sugeng Pambudi, M.S dan Dr. Dian Kurniati, S.Pd., M.Pd yang telah membantu saya menyelesaikan tesis ini;
5. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tesis ini.

MOTTO

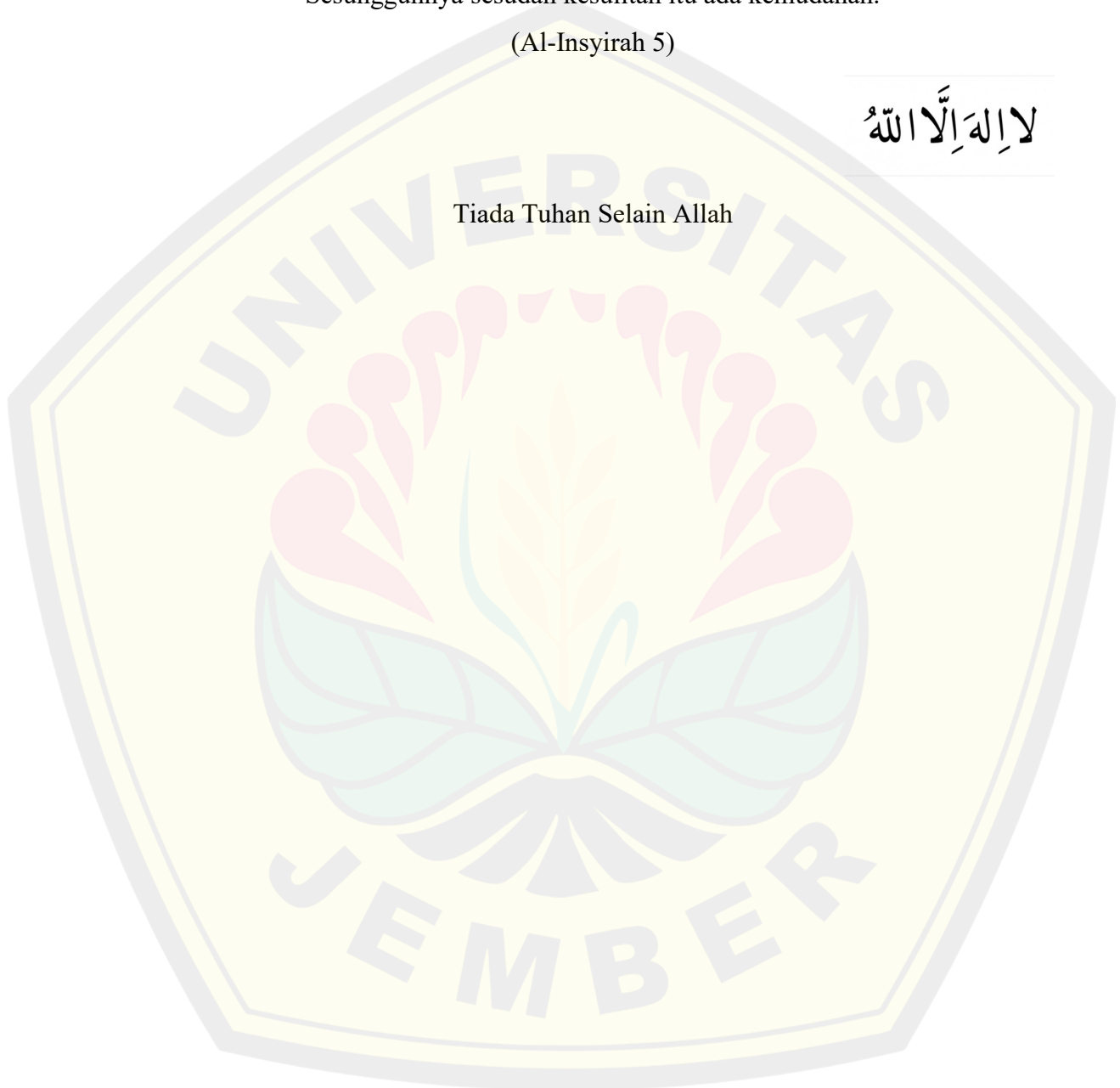
فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

(Al-Insyirah 5)

لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ

Tiada Tuhan Selain Allah



HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Mutrofin

NIM : 220220101025

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul **“Pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis STEM Pada Materi Pertidaksamaan Linear Dua Variabel Untuk Meningkatkan Kemampuan Matematis”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 8 Mei 2026

Yang Menyatakan

Siti Mutrofin

NIM: 220220101025

HALAMAN PERSETUJUAN

Tesis berjudul “Pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis STEM Pada Materi Pertidaksamaan Linear Dua Variabel Untuk Meningkatkan Kemampuan Matematis” telah diuji dan disahkan pada

Hari : Jumat

Tanggal : 8 Mei 2026

Tempat : *Zoom Meeting*

Pembimbing

Tanda Tangan

1. Pembimbing Utama

Nama : Dr. Arika Indah Kristiana, S.Si., M.Pd. (.....)

NIP : 19760502 200604 2 001

2. Pembimbing Anggota

Nama : Dr. Susanto, M.Pd. (.....)

NIP : 19630616 198802 1 001

Penguji

3. Penguji Utama

Nama : Prof. Didik Sugeng Pambudi, M.S. (.....)

NIP : 19681103 199303 1 001

4. Penguji Anggota

Nama : Dr. Dian Kurniati, S.Pd., M.Pd. (.....)

NIP : 19820605 200912 2 007

ABSTRACT

This study aimed to develop STEM-based learning devices on two-variable linear inequalities to improve the mathematical abilities of vocational high school students. The research employed the Research and Development (R&D) method using the 4D model proposed by Sivasailam Thiagarajan. The stages included Define, Design, Develop, and Disseminate. The subjects were 26 eleventh-grade students majoring in Digital Business. The developed products consisted of teaching modules, student worksheets (LKPD), and assessment instruments. The validation result showed an average score of 3.25 (valid category). The practicality test indicated a 97% positive response (very practical), while the effectiveness test showed 80% classical mastery (\geq KKM 75). Therefore, the developed STEM-based learning devices are valid, practical, and effective for improving students' mathematical abilities.

Keywords: *STEM education; learning devices; linear inequalities; mathematical ability; 4D model; vocational school*

RINGKASAN

Pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis STEM Pada Materi Pertidaksamaan Linear Dua Variabel Untuk Meningkatkan Kemampuan Matematis; Siti Mutrofin, 22022101025; 2026; 111 halaman; Program Studi Pendidikan Matematika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear dua variabel guna meningkatkan kemampuan matematis siswa kelas XI di SMKS Muhammadiyah 02 Paleran. Penelitian dilatarbelakangi oleh rendahnya kemampuan matematis siswa dalam memahami konsep pertidaksamaan linear serta kurangnya keterkaitan pembelajaran matematika dengan permasalahan nyata di kehidupan sehari-hari. Selain itu, proses pembelajaran masih cenderung berpusat pada guru dan menggunakan soal-soal rutin sehingga siswa kurang aktif dalam kegiatan belajar. Oleh karena itu, diperlukan perangkat pembelajaran yang mampu meningkatkan keterlibatan siswa, kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta menghubungkan konsep matematika dengan konteks kehidupan nyata. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian pengembangan (*Research and Development*) dengan model pengembangan 4D Thiagarajan yang terdiri atas empat tahap, yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran). Model pengembangan ini dipilih karena sistematis dan sesuai digunakan dalam pengembangan perangkat pembelajaran. Pada tahap pendefinisian dilakukan analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas, serta perumusan tujuan pembelajaran. Tahap perancangan dilakukan dengan menyusun LKPD, memilih media pembelajaran, menentukan format, dan membuat rancangan awal perangkat pembelajaran. Tahap pengembangan dilakukan melalui validasi ahli dan uji coba lapangan, sedangkan tahap penyebaran bertujuan untuk menyebarluaskan perangkat yang telah dikembangkan.

LKPD merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang digunakan untuk membantu siswa memahami materi melalui aktivitas belajar yang terarah. LKPD

berisi petunjuk kegiatan, materi singkat, langkah-langkah pengerjaan, serta tugas yang harus diselesaikan siswa baik secara individu maupun kelompok. Dalam pembelajaran matematika, LKPD berfungsi membantu siswa memahami konsep abstrak secara bertahap dan sistematis. Selain itu, LKPD juga dapat meningkatkan aktivitas belajar, melatih kemandirian, dan membantu guru dalam mengelola pembelajaran. Pada penelitian ini, LKPD dikembangkan berbasis STEM agar pembelajaran lebih kontekstual dan mampu mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam proses pemecahan masalah. Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan empat bidang ilmu untuk menyelesaikan masalah nyata secara kolaboratif dan inovatif. Unsur *Science* berkaitan dengan permasalahan nyata yang diangkat dalam pembelajaran, *Technology* berkaitan dengan penggunaan teknologi sebagai media pembelajaran, *Engineering* menekankan proses perancangan solusi dan pemecahan masalah, sedangkan *Mathematics* berkaitan dengan aktivitas perhitungan dan analisis matematis. Pembelajaran berbasis STEM dinilai mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi siswa sesuai tuntutan keterampilan abad ke-21.

Tahapan STEM menurut English (2016) terdiri atas lima tahap yaitu identifikasi masalah, menghasilkan ide, merancang dan membuat, evaluasi desain, serta perbaikan ulang. Pada tahap identifikasi masalah, siswa memahami permasalahan dan batasan yang ada. Tahap menghasilkan ide dilakukan dengan mencari berbagai alternatif solusi penyelesaian masalah. Tahap merancang dan membuat dilakukan dengan menyusun model atau strategi penyelesaian, misalnya membuat grafik daerah penyelesaian pertidaksamaan linear dua variabel. Tahap evaluasi desain dilakukan dengan menguji dan menilai ketepatan solusi yang diperoleh, sedangkan tahap perbaikan ulang dilakukan dengan memperbaiki solusi berdasarkan hasil evaluasi sebelumnya. Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pertidaksamaan linear dua variabel. Pertidaksamaan linear merupakan kalimat matematika yang menggunakan tanda ketidaksamaan seperti $<$, \leq , $>$, atau \geq dan memuat variabel berpangkat satu. Dalam pembelajaran matematika di

SMA/SMK, materi ini penting karena berkaitan dengan kemampuan siswa dalam menentukan daerah himpunan penyelesaian dan memecahkan masalah kontekstual. Kemampuan matematis yang dikembangkan dalam penelitian ini meliputi kemampuan pemecahan masalah, penalaran dan pembuktian, komunikasi matematis, koneksi matematis, serta representasi matematis. Subjek penelitian adalah siswa kelas XI Bisnis Digital (BD) SMKS Muhammadiyah 02 Paleran yang berjumlah 26 siswa. Instrumen penelitian yang digunakan meliputi lembar validasi, lembar wawancara, lembar tes, dan lembar angket respon siswa. Validasi dilakukan oleh dua dosen Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember dan satu guru matematika. Penelitian menggunakan metode tes berupa *pretest* dan *posttest* untuk mengetahui peningkatan kemampuan matematis siswa sebelum dan sesudah menggunakan LKPD berbasis STEM. Selain itu, angket respon siswa digunakan untuk mengetahui tingkat kepraktisan LKPD yang dikembangkan.

Analisis data dalam penelitian ini meliputi analisis kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan LKPD. Kevalidan diperoleh melalui penilaian para ahli terhadap isi, bahasa, dan format LKPD. Kepraktisan diperoleh dari angket respon siswa setelah menggunakan LKPD dalam pembelajaran. Sementara itu, keefektifan diukur menggunakan perhitungan N-Gain berdasarkan hasil *pretest* dan *posttest*. LKPD dikatakan efektif apabila mengalami peningkatan hasil belajar pada kategori sedang atau tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear dua variabel mampu membantu siswa lebih aktif dalam pembelajaran serta meningkatkan kemampuan matematis siswa. Pembelajaran menjadi lebih bermakna karena siswa tidak hanya mengerjakan soal rutin, tetapi juga menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, LKPD berbasis STEM juga membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan pemecahan masalah sesuai tuntutan pembelajaran abad ke-21. Dengan demikian, LKPD berbasis STEM yang dikembangkan dinyatakan layak digunakan dalam proses pembelajaran matematika di SMK.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) Berbasis STEM Pada Materi Pertidaksamaan Linear Dua Variabel Untuk Meningkatkan Kemampuan Matematis”. tesis ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat penyelesaian pendidikan Strata Dua (S2) di Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Jember
2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jember;
3. Ketua Program Studi Magister Jurusan Pendidikan MIPA FKIP Universitas Jember;
4. Para Dosen Program Studi Pendidikan Matematika yang telah memberikan ilmu dan membimbing dengan penuh kesabaran;
5. Para Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji yang telah membimbing, memberi saran dan mengarahkan dalam penulisan tesis ini;
6. Validator yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam proses validasi instrumen penelitian;
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini.

Semoga bantuan, bimbingan, dan dorongan beliau dicatat sebagai amal baik oleh Allah SWT dan mendapat balasan yang sesuai dari-Nya. Selain itu, penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan tesis ini. Akhirnya penulis berharap, semoga tesis ini dapat bermanfaat.

Jember, 6 Januari 2026

Penulis

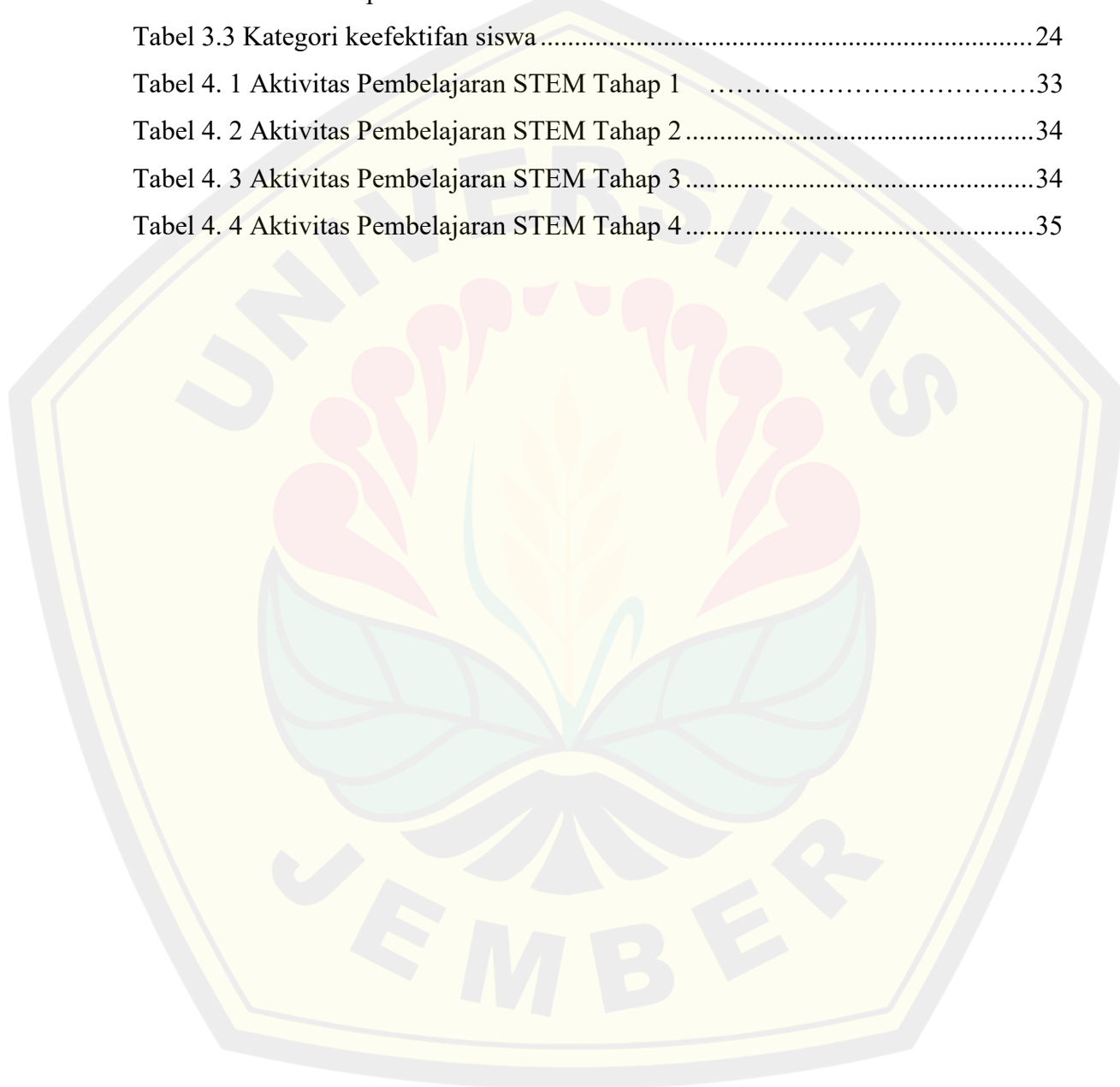
DAFTAR ISI

HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSETUJUAN.....	vi
ABSTRACT	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Spesifikasi Produk.....	4
BAB 2. KAJIAN PUSTAKA	6
2.1 Pengembangan 4-D Thiagarajan	6
2.2 LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik).....	8
2.3 STEM (<i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i>)	10
2.4 Pertidaksamaan Linear	12
2.5 Kemampuan Matematis.....	12
2.6 Penelitian yang Relevan	13
BAB 3. METODE PENELITIAN	16
3.1 Jenis Penelitian	16
3.2 Daerah dan Subjek Penelitian	16
3.3 Definisi Operasional.....	16
3.4 Metode Pengumpulan Data	17

3.4.1	Validasi Para Ahli.....	17
3.4.2	Metode Wawancara.....	17
3.4.3	Metode Tes.....	17
3.4.4	Metode Angket.....	17
3.5	Instrument Pengumpulan Data.....	18
3.5.1	Lembar Validasi.....	18
3.5.2	Lembar Wawancara.....	18
3.5.3	Lembar Tes.....	18
3.5.4	Lembar Angket.....	18
3.6	Penelitian Pengembangan.....	19
3.7	Analisis Data.....	21
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	25
4.1	Hasil Penelitian.....	25
4.1.1	Tahap Pendefinisian (<i>Define</i>).....	25
4.1.2	Tahap Perancangan (<i>Design</i>).....	28
4.1.3	Tahap Pengembangan (<i>Develop</i>).....	36
4.1.4	Tahap Penyebaran (<i>Disseminate</i>).....	36
4.2	Pembahasan.....	38
BAB 5.	PENUTUP.....	41
5.1	Kesimpulan.....	41
5.2	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA.....		44

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tahapan STEM.....	11
Tabel 2.2 Penelitian Relevan.....	13
Tabel 3.1 Kriteria Kevalidan LKPD.....	22
Tabel 3.2 Kriteria Kepraktisan LKPD.....	23
Tabel 3.3 Kategori keefektifan siswa.....	24
Tabel 4. 1 Aktivitas Pembelajaran STEM Tahap 1	33
Tabel 4. 2 Aktivitas Pembelajaran STEM Tahap 2.....	34
Tabel 4. 3 Aktivitas Pembelajaran STEM Tahap 3.....	34
Tabel 4. 4 Aktivitas Pembelajaran STEM Tahap 4.....	35



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Tampilan Geogebra.....	29
Gambar 4. 2 Menggambar Grafik Pertidaksamaan.....	31
Gambar 4. 3 Penyusunan LKPD.....	32



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Matrik Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 2 Diagram Model 4D	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 3 Perangkat Ajar Berbasis STEM	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 4 Soal <i>Pre Test</i> dan Kunci Jawaban	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 5 Soal <i>Pos Test</i> dan Kunci Jawaban	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 6 Lembar Validasi Perangkat Ajar	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 7 Rubrik Validasi Perangkat Ajar	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 8 Pedoman Wawancara dengan Guru Matematika	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 9 Pedoman Wawancara	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 10 Angket Respon Siswa	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 11 Rubrik Angket Respon Siswa	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 12 Analisis Kevalidan	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 13 Analisis Kepraktisan	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 14 Analisis Keefektifan	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 15 Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 16 Hasil Wawancara	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 17 Daftar Nilai	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 18 Lembar Validasi	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 19 Angket Respon Siswa	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 20 Surat Ijin Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 21 Surat Keterangan Telah Menyelesaikan Penelitian	Error!
Bookmark not defined.	
Lampiran 22 Dokumentasi Kegiatan Penelitian ..	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 23 Hasil Pengerjaan Soal LKPD	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 24 Pengerjaan <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 25 Artkel	Error! Bookmark not defined.



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pendidikan abad ke-21 ditandai dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang pesat, globalisasi, serta kompleksitas masalah sosial-ekonomi yang semakin tinggi. Perubahan ini menuntut generasi muda untuk memiliki keterampilan yang berbeda dibandingkan dengan abad sebelumnya. Pendidikan tidak lagi hanya berorientasi pada transfer pengetahuan, tetapi juga menekankan pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, sikap, dan karakter yang relevan dengan kebutuhan zaman. (Beers, 2011) menyatakan bahwa keterampilan abad ke-21 meliputi kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*), kreativitas (*creativity*), komunikasi (*communication*), dan kolaborasi (*collaboration*) yang dikenal dengan istilah 4C. Keterampilan ini menjadi dasar bagi peserta didik untuk menghadapi tantangan kehidupan di abad modern yang serba cepat berubah. Hal serupa ditegaskan oleh (Trilling & Fadel, 2009) bahwa selain keterampilan kognitif, peserta didik juga perlu menguasai literasi informasi, media, teknologi, serta keterampilan hidup dan karir. Oleh karena itu, lembaga pendidikan perlu mendesain pembelajaran yang mampu mengakomodasi kebutuhan kompetensi abad 21.

Di Indonesia, arah kebijakan pendidikan telah menyesuaikan dengan tuntutan tersebut melalui penerapan Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini menekankan pembelajaran yang berpusat pada peserta didik, kontekstual, serta mendorong pengembangan kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Guru diberikan keleluasaan untuk mengembangkan bahan ajar dan media pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan peserta didik. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan untuk mendukung pembelajaran aktif adalah Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Menurut (Prastowo, 2015), LKPD merupakan bahan ajar yang berisi petunjuk, materi, dan tugas yang disusun secara sistematis untuk membantu peserta didik mencapai kompetensi pembelajaran. Penggunaan LKPD dapat membantu peserta didik belajar lebih aktif, mandiri, dan terarah dalam memahami konsep pembelajaran. Dalam pembelajaran matematika, LKPD memiliki peranan penting untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep abstrak

melalui aktivitas yang terstruktur. Matematika merupakan ilmu dasar yang berperan penting dalam melatih kemampuan berpikir logis, analitis, kritis, dan sistematis. Menurut (The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000), tujuan pembelajaran matematika meliputi kemampuan pemecahan masalah (problem solving), penalaran dan pembuktian (reasoning and proof), komunikasi (communication), koneksi (connection), dan representasi (representation). Namun pada kenyataannya, masih banyak peserta didik yang menganggap matematika sebagai mata pelajaran yang sulit dan abstrak. Salah satu materi yang sering dianggap sulit adalah pertidaksamaan linear karena peserta didik dituntut untuk mampu mengubah masalah kontekstual ke dalam model matematika, menggambar grafik, dan menentukan daerah penyelesaian dengan tepat.

Hasil penelitian (Nurhayati & Ratnaningsih, 2023) mengungkapkan bahwa banyak siswa melakukan kesalahan konseptual pada materi sistem pertidaksamaan linear dua variabel. Kesalahan yang paling sering terjadi adalah dalam menentukan daerah penyelesaian, kesalahan dalam menggambar grafik, serta ketidakmampuan menghubungkan model matematika dengan permasalahan nyata. Temuan ini menunjukkan perlunya inovasi dalam pembelajaran yang dapat membantu siswa memahami pertidaksamaan linear secara lebih mendalam dan kontekstual. Salah satu pendekatan yang dinilai efektif untuk menjawab tantangan tersebut adalah pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang mengintegrasikan keempat disiplin ilmu tersebut dalam konteks nyata. (Beers, 2011) menekankan bahwa STEM dapat melatih peserta didik untuk berpikir lintas disiplin dan menyelesaikan masalah kompleks. Melalui STEM, peserta didik tidak hanya belajar konsep secara teoritis, tetapi juga menerapkannya dalam kehidupan sehari-hari melalui kegiatan berbasis proyek atau pemecahan masalah.

Penerapan STEM dalam pembelajaran matematika dapat diintegrasikan melalui penggunaan LKPD berbasis STEM. LKPD berbasis STEM dirancang agar peserta didik tidak hanya memahami konsep matematika secara teoritis, tetapi juga mampu menghubungkannya dengan permasalahan nyata dalam kehidupan sehari-hari. Penelitian (D. Rahmawati et al., 2021) menunjukkan bahwa pembelajaran

berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. Selain itu, penelitian (Putri & Subanji, 2019) menyatakan bahwa bahan ajar berbasis STEM mampu meningkatkan pemahaman konsep dan sikap positif siswa terhadap matematika. Penelitian (Gendika, 2022) juga membuktikan bahwa pembelajaran terintegrasi STEM dapat meningkatkan kemampuan komunikasi matematis siswa pada materi program linear yang berkaitan erat dengan pertidaksamaan linear. Selain itu, penelitian (Liku et al., 2024) mengembangkan modul ajar berbasis inkuiri terbimbing pada materi sistem persamaan dan pertidaksamaan linear. Hasil penelitian menunjukkan bahwa modul tersebut valid dan praktis digunakan dalam pembelajaran, namun belum mengintegrasikan pendekatan STEM secara khusus. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear masih belum banyak dilakukan.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa masih terdapat kesenjangan penelitian terkait pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear. Padahal, materi ini merupakan dasar penting dalam pembelajaran matematika lanjutan, seperti program linear. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear untuk membantu meningkatkan kemampuan matematis siswa. LKPD yang dikembangkan dirancang berdasarkan prinsip integrasi STEM sehingga diharapkan mampu membantu peserta didik memahami konsep secara lebih kontekstual, meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, serta melatih keterampilan komunikasi dan kolaborasi yang sesuai dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimanakah proses pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear untuk meningkatkan kemampuan matematis?

- b. Bagaimanakah hasil pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear untuk meningkatkan kemampuan matematis?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mendeskripsikan proses pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear untuk meningkatkan kemampuan matematis.
- b. Untuk mengetahui hasil pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear untuk meningkatkan kemampuan matematis.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

- a. Bagi siswa, dapat membantu siswa memahami materi pertidaksamaan linier secara lebih kontekstual
- b. Bagi pendidik, membantu guru meningkatkan efektivitas proses pembelajaran dengan pendekatan yang lebih menarik dan kontekstual.
- c. Bagi peneliti lain dapat menjadi bahan rujukan bagi penelitian lanjutan dalam bidang pengembangan LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik) berbasis STEM.

1.5 Spesifikasi Produk

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah modul ajar, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD), dan instrument penilaian. Adapun spesifikasi dari masing-masing produk adalah:

- a. Modul ajar. Modul ajar yang dihasilkan dua kali tatap muka dengan alokasi waktu 2×45 menit pada materi pertidaksamaan linear dua variabel . Modul ajar disusun berdasarkan kurikulum merdeka menggunakan Model pembelajaran

Problem Based Learning (PBL), pendekatan STEM dan metode pembelajaran ceramah, diskusi, Tanya jawab dan penugasan.

- b. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD yang dihasilkan terdapat 5 latihan soal untuk siswa dan terdapat visualisasi grafik koordinat kartesius dengan bantuan teknologi Geogebra.
- c. Instrument penilaian. Instrument penilaian digunakan untuk mengukur hasil belajar siswa secara menyeluruh yang mencakup penilaian kognitif yang berfokus pada pengetahuan dan pemahaman intelektual siswa dalam mengerjakan latihan.



BAB 2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengembangan 4-D Thiagarajan

Berdasarkan Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) pengembangan adalah proses, cara, dan perbuatan mengembangkan. Menurut (Wiryokusumo, 2011) pengembangan yaitu upaya pendidikan formal maupun non formal yang dilaksanakan secara sadar, berencana, terarah, teratur dan bertanggung jawab dalam rangka memperkenalkan, menumbuhkan, membimbing, mengembangkan suatu dasar, kepribadian yang seimbang-seimbang, utuh, selaras, pengetahuan, keterampilan yang sesuai dengan bakat, keinginan serta kemampuan-kemampuan sebagai bekal atas prakarsa sendiri untuk menambah, meningkatkan, mengembangkan diri kearah tercapainya martabat, mutu dan kemampuan manusiawi yang optimal serta pribadi mandiri. Pengembangan menurut Arifin (dalam Fannie & Rohati, 2014) bila dikaitkan dengan pendidikan berarti suatu perubahan secara bertahap kearah tingkat yang berkecenderungan lebih tinggi, meluas dan mendalam yang secara menyeluruh dapat tercipta suatu kesempurnaan atau kematangan. Terdapat banyak model pengembangan diantaranya model pengembangan ADDIE, ASSURE, Hannafin dan Peck, Gagne and Briggs, Dick and Carry, Model 4-D Thiagarajan, dll. Pemilihan model pengembangan pembelajaran harus diperhatikan guna menjamin kualitasnya, seperti yang diungkapkan oleh (Sagala, 2005), penggunaan model pengembangan bahan pembelajaran yang sesuai dengan teori akan menjamin kualitas isi bahan pembelajaran tersebut. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4-D Thiagarajan.

Model pengembangan perangkat Four-D Model disarankan oleh Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel. Model ini terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate* atau diadaptasikan menjadi model 4-D, yaitu pendefinisian, perancangan, pengembangan, dan penyebaran. Berikut tahap pengembangan model 4-D:

1) Tahap Pendefinsian (*Define*)

Tahap pendefinsian adalah tahap untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat pembelajaran. Tahap pendefinsian ini mencakup lima langkah pokok, yaitu

analisis awal-akhir (*front-end analysis*), analisis siswa (*learner analysis*), analisis tugas (*task analysis*), analisis konsep (*concept analysis*) dan perumusan tujuan pembelajaran (*specifying instructional objectives*).

2) Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan bertujuan untuk merancang LKPD. Empat langkah yang harus dilakukan pada tahap ini, yaitu: (1) penyusunan standar tes (*criterion-test construction*), (2) pemilihan media (*media selection*) yang sesuai dengan karakteristik materi dan tujuan pembelajaran, (3) pemilihan format (*format selection*), yakni mengkaji format-format bahan ajar yang ada dan menetapkan format bahan ajar yang akan dikembangkan, (4) membuat rancangan awal (*initial design*) sesuai format yang dipilih.

3) Tahap Pengembangan (*Develop*)

Tahap pengembangan adalah tahap untuk menghasilkan produk pengembangan yang dilakukan melalui dua langkah, yakni: (1) penilaian ahli (*expert appraisal*) yang diikuti dengan revisi, (2) uji coba pengembangan (*developmental testing*). Tujuan tahap pengembangan ini adalah untuk menghasilkan bentuk akhir LKPD setelah melalui revisi berdasarkan masukan para pakar ahli/praktisi dan data hasil ujicoba.

4) Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Tahap penyebaran merupakan suatu tahap akhir pengembangan. Tahap diseminasi dilakukan untuk mempromosikan produk pengembangan agar bisa diterima pengguna, baik individu, suatu kelompok, atau sistem. Produsen dan distributor harus selektif dan bekerja sama untuk mengemas materi dalam bentuk yang tepat.

Pada penelitian yang dimaksud dengan model pengembangan adalah proses, cara dan perbuatan mengembangkan dengan model 4D Thiagarajan terdiri dari 4 tahap pengembangan yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan) dan *Disseminate* (penyebaran).

2.2 LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik)

Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang digunakan guru untuk membantu peserta didik dalam memahami materi melalui aktivitas belajar yang terarah. LKPD biasanya berisi petunjuk, langkah kegiatan, materi singkat, serta tugas yang harus dikerjakan siswa secara mandiri maupun kelompok. Penggunaan LKPD bertujuan untuk meningkatkan keaktifan, pemahaman konsep, dan keterampilan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung. Menurut (Trianto, 2014), LKPD adalah panduan yang digunakan siswa untuk melakukan kegiatan penyelidikan atau pemecahan masalah. LKPD dirancang agar siswa dapat menemukan konsep secara mandiri melalui aktivitas belajar yang sistematis. Sementara itu, menurut (Prastowo, 2015), LKPD merupakan bahan ajar cetak yang berisi materi, ringkasan, dan petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan peserta didik dengan mengacu pada kompetensi dasar yang akan dicapai. LKPD menjadi salah satu media pembelajaran yang penting dalam Kurikulum Merdeka maupun kurikulum sebelumnya karena mampu mendorong pembelajaran yang berpusat pada peserta didik (*student centered learning*). Dengan adanya LKPD, siswa tidak hanya mendengarkan penjelasan guru, tetapi juga aktif melakukan pengamatan, diskusi, eksperimen, hingga menyimpulkan hasil pembelajaran. LKPD memiliki beberapa fungsi penting dalam kegiatan pembelajaran. Menurut (Prastowo, 2015), fungsi LKPD antara lain sebagai bahan ajar yang memudahkan siswa memahami materi, membantu guru dalam mengarahkan proses pembelajaran, serta melatih kemandirian dan keterampilan berpikir peserta didik. Selain itu, LKPD juga berfungsi untuk meningkatkan interaksi antara guru dan siswa selama pembelajaran berlangsung.

Tujuan penggunaan LKPD yaitu:

1. Membantu peserta didik memahami materi pelajaran.
2. Meningkatkan aktivitas dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran.
3. Melatih kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah.
4. Membantu siswa belajar secara mandiri maupun kelompok.
5. Mempermudah guru dalam mengelola pembelajaran secara sistematis.

Dalam pembelajaran matematika, LKPD sangat membantu siswa untuk memahami konsep-konsep abstrak melalui langkah-langkah pengerjaan soal yang terstruktur. LKPD juga dapat dikembangkan berbasis pendekatan tertentu, seperti STEM, Problem Based Learning (PBL), maupun Discovery Learning agar pembelajaran lebih menarik dan kontekstual. Menurut (Trianto, 2014), komponen LKPD umumnya terdiri atas:

- Judul LKPD
- Identitas mata pelajaran
- Kompetensi atau tujuan pembelajaran
- Petunjuk penggunaan
- Materi singkat
- Langkah-langkah kegiatan
- Tugas atau latihan
- Kesimpulan
- Penilaian

Komponen-komponen tersebut disusun secara sistematis agar siswa dapat mengikuti proses pembelajaran dengan mudah. Penyusunan LKPD juga perlu memperhatikan karakteristik peserta didik, tingkat kemampuan siswa, dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. LKPD memiliki beberapa kelebihan, di antaranya:

- Membantu siswa lebih aktif dalam pembelajaran.
- Melatih kemandirian dan tanggung jawab belajar.
- Membantu siswa memahami materi secara bertahap.
- Mempermudah guru dalam mengontrol aktivitas belajar siswa.
- Dapat digunakan sebagai bahan evaluasi pembelajaran.

Namun, LKPD juga memiliki kekurangan apabila tidak dirancang dengan baik, seperti:

- Siswa dapat merasa bosan jika tampilan LKPD kurang menarik.
- LKPD yang terlalu sulit dapat membuat siswa kesulitan belajar mandiri.
- Membutuhkan waktu dan kreativitas guru dalam penyusunannya.

Oleh karena itu, guru perlu mengembangkan LKPD yang menarik, kontekstual, dan sesuai dengan kebutuhan peserta didik agar tujuan pembelajaran dapat tercapai

secara optimal. Dalam pembelajaran berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics), LKPD digunakan sebagai sarana untuk mengintegrasikan beberapa bidang ilmu dalam menyelesaikan masalah nyata. LKPD berbasis STEM biasanya memuat aktivitas identifikasi masalah, perancangan solusi, pengujian, dan evaluasi hasil. Melalui LKPD berbasis STEM, siswa dilatih untuk berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif. Pengembangan LKPD berbasis STEM sangat cocok diterapkan pada materi matematika karena dapat membantu siswa menghubungkan konsep matematika dengan kehidupan sehari-hari. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih bermakna dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah peserta didik

2.3 STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah suatu pendekatan yang memuat sains, teknologi, teknik dan matematika. Keempat bidang ini diintegrasikan menjadi satu untuk menyelesaikan pemecahan masalah, menumbuhkan kreativitas dan inovasi. STEM memiliki peranan penting di setiap unsur dalam pembelajaran, sebagai berikut:

- a. S (*Science*): permasalahan di kehidupan sehari-hari yang diangkat dalam pembelajaran. masalah ini disesuaikan dengan capaian pembelajaran
- b. T (*Technology*): alat bantu yang digunakan saat pembelajaran berlangsung. Bisa sebagai sumber belajar siswa seperti *handphone*, PC, *Browser*, *Youtube*, dll.
- c. E (*Engineering*): langkah-langkah pembelajaran atau aktivitas siswa dengan mengikuti langkah-langkah *engineering process* yaitu mengidentifikasi masalah, menggagas ide pemecahan masalah, mendesain pemecahan masalah, menguji coba dan mengomunikasikan hasil uji coba.
- d. M (*Mathematics*): pengukuran, perhitungan, perbandingan dan aktivitas matematika lainnya yang dilakukan oleh siswa selama proses pembelajaran berlangsung. Misalnya, saat melakukan uji coba pemecahan masalah, siswa memodifikasi perbandingan tertentu untuk mendapatkan solusi terbaik.

(Farwati et al., 2021)

Pendekatan STEM yang telah diintegrasikan pada perangkat pembelajaran memungkinkan terjadinya pembelajaran yang berorientasi pada pemecahan masalah, kolaboratif, dan berbasis proyek (Beers, 2011). Prinsip pembelajaran STEM integratif, kontekstual, inovatif dan kolaboratif (Bybee, 2013). Integratif yang dimaksud adalah mengaitkan ilmu sains, teknik, teknologi dan matematika dalam satu pengalaman belajar, kontekstual adalah menekankan pemecahan masalah nyata ke dalam bentuk matematika. Inovatif adalah mendorong siswa merancang produk atau solusi. Kolaboratif adalah melibatkan kerja sama dalam kelompok. Penelitian yang dilakukan oleh (D. Rahmawati et al., 2021) menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran berbasis STEM mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah matematis siswa secara signifikan dibandingkan perangkat pembelajaran konvensional. Pembelajaran berbasis STEM memiliki beberapa tahapan diantaranya identifikasi masalah, eksplorasi konsep, desain solusi, uji coba, evaluasi/refleksi dan komunikasi hasil. Berikut tahapan STEM menurut (English, 2016) bisa dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Tahapan STEM

No	Tahapan	Tujuan Utama	Contoh Aktivitas
1.	Identifikasi masalah	Siswa memahami masalah dan batasan yang ada	Siswa memahami soal dan mengubah ke model matematika
2.	Menghasilkan ide	Siswa mengembangkan berbagai solusi	Siswa memilih cara menyelesaikan soal pertidaksamaan linear dua variabel
3.	Merancang dan membuat	Siswa membuat model berdasarkan ide	Siswa membuat model visual seperti menggambar grafik
4.	Evaluasi desain	Siswa menguji dan menilai desain	Siswa menguji apakah penyelesaiannya benar atau tidak
5.	Perbaikan ulang	Siswa memperbaiki desain berdasarkan hasil	Siswa berdiskusi kelompok untuk memperbaiki solusi yang

No	Tahapan	Tujuan Utama	Contoh Aktivitas
		evaluasi	salah atau kurang sempurna

2.4 Pertidaksamaan Linear

Pertidaksamaan linear merupakan kalimat matematika yang menyatakan hubungan ketidaksamaan antara dua bentuk aljabar linear. Menurut (Ruseffendi, 2010), pertidaksamaan linear adalah kalimat terbuka yang menggunakan tanda pertidaksamaan seperti “<”, “≤”, “>”, atau “≥” dan memuat variabel dengan pangkat tertinggi satu. (Soedjadi, 2000) menambahkan bahwa pertidaksamaan linear dapat berupa satu variabel atau lebih, di mana himpunan penyelesaiannya adalah semua nilai variabel yang membuat pernyataan tersebut benar.

Dalam kurikulum matematika tingkat SMA/SMK, materi pertidaksamaan linear mencakup pertidaksamaan linear satu variabel, dua variabel, hingga sistem pertidaksamaan linear yang penyelesaiannya ditunjukkan dengan daerah himpunan pada koordinat kartesius (Kemendikbud, 2017).

2.5 Kemampuan Matematis

Kemampuan matematis adalah kompetensi siswa dalam memahami, menggunakan, dan mengaplikasikan konsep serta prosedur matematika untuk menyelesaikan permasalahan baik secara abstrak maupun kontekstual. Menurut (Sumarmo, 2014), kemampuan matematis mencakup kemampuan dalam berpikir logis, sistematis, kritis, serta kreatif melalui aktivitas matematika. National Council of Teachers of Mathematics (The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000) menjelaskan bahwa kemampuan matematis meliputi *problem solving, reasoning and proof, communication, connections*, dan *representation*. Dengan kata lain, kemampuan matematis tidak hanya terkait keterampilan berhitung, tetapi juga kemampuan bernalar dan mengomunikasikan ide matematika. Berdasarkan (The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), 2000) dan diperkuat oleh (Sumarmo, 2013), kemampuan matematis dapat diuraikan dalam indikator berikut:

- 1) Pemecahan Masalah (Problem Solving)

- Mengidentifikasi unsur-unsur yang diketahui, ditanyakan, dan kecukupan unsur.
 - Menyusun model matematika dari masalah kontekstual.
 - Menyelesaikan model dengan prosedur yang tepat.
 - Menafsirkan solusi dalam konteks masalah.
- 2) Penalaran dan Pembuktian (Reasoning and Proof)
- Menarik kesimpulan logis dari pernyataan matematika.
 - Menyusun argumen matematis.
 - Memeriksa validitas suatu penyelesaian.
- 3) Komunikasi Matematis (Mathematical Communication)
- Menyatakan ide matematika secara lisan maupun tulisan.
 - Menggunakan simbol, tabel, diagram, atau grafik dalam menjelaskan solusi.
- 4) Koneksi Matematis (Mathematical Connections)
- Mengaitkan antar konsep matematika.
 - Menghubungkan konsep matematika dengan disiplin ilmu lain atau kehidupan nyata.
- 5) Representasi Matematis (Mathematical Representation)
- Menggunakan representasi visual (grafik, diagram, tabel).

Kemampuan matematis memiliki peranan penting dalam pendidikan abad 21. Menurut (OECD, 2019), kemampuan matematis termasuk bagian dari *mathematical literacy* yang harus dimiliki siswa untuk menghadapi tantangan global. Kemampuan ini memungkinkan siswa berpikir kritis, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan berbasis data. Di Indonesia, (Kemendikbud, 2017) melalui Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka menekankan pengembangan kemampuan matematis sebagai salah satu kompetensi inti pembelajaran matematika di sekolah menengah.

2.6 Penelitian yang Relevan

Beberapa penelitian yang sejenis dengan pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear untuk meningkatkan kemampuan matematis.

Tabel 2.2 Penelitian Relevan

No	Judul dan Peneliti	Hasil Penelitian
----	--------------------	------------------

1. Pendekatan STEM berbantuan Geogebra pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel untuk meningkatkan representasi matematis oleh (H. Nugroho, 2024) Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kemampuan representasi matematis siswa dari 54,16% pada siklus I menjadi 76,04% pada siklus II. Penelitian ini relevan karena sama-sama menggunakan pendekatan STEM dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan matematis siswa dengan bantuan Geogebra.
2. Systematic Literature Review: E-LKPD Berbasis STEM-E Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel oleh (Revita et al., 2025) penggunaan E-LKPD berbasis STEM mampu meningkatkan partisipasi aktif siswa, pemahaman konsep, dan kemampuan pemecahan masalah matematis
3. Pengembangan LKPD Berorientasi pada Kemampuan Literasi Matematis pada Materi SPLDV oleh (Delima et al., 2025) bertujuan menghasilkan LKPD yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan literasi matematis siswa. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kevalidan sebesar 86,16%, kepraktisan sangat tinggi, serta efektivitas yang baik terhadap kemampuan literasi matematis siswa.
4. Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbasis *Liveworksheet* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa pada Materi Persamaan dan Pertidaksamaan Linear oleh (Wahyuni et al., 2024) menghasilkan E-LKPD yang valid, praktis, dan efektif untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematika siswa.
5. Pengembangan LKPD dengan Strategi Pembelajaran REACT bertujuan menghasilkan LKPD yang mampu meningkatkan keterlibatan dan

pada Materi Sistem pemahaman siswa pada materi sistem Pertidaksamaan Linear oleh (Aini pertidaksamaan linear. Hasil penelitian et al., 2025) menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan layak digunakan dalam pembelajaran matematika



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (*research and development*). Penelitian pengembangan digunakan untuk menghasilkan produk dan menguji kevalidan, kepraktisan dan keefektifan produk (Sugiyono, 2008). Model pengembangan yang dipilih adalah model 4D Thiagarajan dengan empat tahapan pengembangan yaitu tahap pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran (*disseminate*).

3.2 Daerah dan Subjek Penelitian

Tempat penelitian di SMKS Muhammadiyah 02 Paleran. Penelitian bertempat di sekolah tersebut bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan matematis siswa yang dilihat dari nilai Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) pada materi pertidaksamaan linear berbasis STEM. Subyek penelitian siswa kelas XI BD (Bisnis Digital) yang berjumlah 26 siswa.

3.3 Definisi Operasional

Definisi operasional adalah definisi yang diperlukan untuk menghindari kesalahpahaman dan perbedaan penafsiran serta dijadikan pedoman dalam sebuah penelitian. Definisi operasional yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pengembangan 4D Thiagarajan terdiri atas 4 tahap pengembangan yaitu *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan) dan *Disseminate* (penyebaran).
- 2) Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) merupakan salah satu perangkat pembelajaran yang digunakan guru untuk membantu peserta didik dalam memahami materi melalui aktivitas belajar yang terarah. LKPD biasanya berisi petunjuk, langkah kegiatan, materi singkat, serta tugas yang harus dikerjakan siswa secara mandiri maupun kelompok. Penggunaan LKPD bertujuan untuk meningkatkan keaktifan, pemahaman konsep, dan keterampilan peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung

- 3) STEM adalah pendekatan yang mengintegrasikan empat bidang yaitu sains, teknologi, teknik dan matematik untuk memecahkan masalah dalam kehidupan nyata pada materi sistem pertidaksamaan linear dua variable.
- 4) Pertidaksamaan linear merupakan kalimat matematika yang menyatakan hubungan ketidaksamaan antara dua bentuk aljabar linear.
- 5) Kemampuan matematis adalah kompetensi siswa dalam memahami, menggunakan, dan mengaplikasikan konsep serta prosedur matematika untuk menyelesaikan permasalahan baik secara abstrak maupun kontekstual yang berkaitan dengan persamaan linear dua variabel.

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Validasi Para Ahli

Validasi LKPD yang dikembangkan dilakukan oleh para ahli. Validator tersebut adalah dua dosen Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember dan satu guru matematika. Para ahli memberikan koreksi dan saran yang digunakan sebagai perbaikan LKPD dengan tujuan mencapai LKPD yang valid.

3.4.2 Metode Wawancara

Proses wawancara dilaksanakan dengan guru mata pelajaran matematika kelas X. Wawancara ini dilakukan sebelum dilaksanakan penelitian untuk memperoleh data atau informasi mengenai jalannya proses pembelajaran matematika di kelas,. Wawancara juga dilakukan setelah penelitian untuk memperoleh data atau informasi hasil pembelajaran setelah dilakukan penelittian.

3.4.3 Metode Tes

Metode tes dilakukan untuk mengetahui hasil kemampuan yang diperoleh siswa dengan mengerjakan soal latihan sebelum (*pre test*) dan sesudah (*post test*) dilaksanakan penelitian yang telah di validasi oleh para ahli.

3.4.4 Metode Angket

Metode angket digunakan sebagai data respon pengguna setelah menggunakan perangkat pembelajaran berupa LKPD. Angket yang digunakan dalam penelitian ini adalah angket respon kemudahan mengerjakan LKPD.

LKPD dapat berkualitas apabila memenuhi tiga kriteria sebagai berikut:

- 1) Kevalidan

Valid adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kesahihan suatu instrumen. Kriteria kualitas LKPD dilihat dari aspek yang dinilai berupa kualitas isi, kebahasaan dan format. Kevalidan LKPD ditentukan oleh para ahli atau validator. Validator merupakan orang-orang yang berkompeten sesuai dengan bidangnya, mampu menilai pengembangan LKPD dengan baik serta akan memberikan saran dan penilaian terkait aspek kevalidan LKPD yang dikembangkan.

2) Praktis

Praktis adalah mudah dan senang memakainya. Instrumen yang digunakan untuk kriteria ini adalah angket respon pengguna LKPD yang diberikan kepada siswa dan guru setelah menggunakan LKPD. Angket tersebut dapat digunakan sebagai bahan analisis respon pengguna setelah menggunakan LKPD yang dikembangkan.

3) Efektif

Keefektifan LKPD ini dapat dilihat dari tujuan penelitian. Pengembangan ini dikatakan efektif jika memenuhi kategori sedang dengan perhitungan nilai *pretest* dan *posttest*.

3.5 Instrument Pengumpulan Data

3.5.1 Lembar Validasi

Lembar validasi dalam penelitian ini digunakan untuk menguji kevalidan LKPD.

3.5.2 Lembar Wawancara

Lembar wawancara berisi garis besar pertanyaan terkait sebelum dan sesudah diadakan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan data mengenai pembelajaran berbasis STEM.

3.5.3 Lembar Tes

Lembar tes digunakan untuk mengetahui hasil kemampuan yang diperoleh siswa dengan pembelajaran berbasis STEM yang telah divalidasi oleh para ahli. Lembar tes diberikan dan dilaksanakan sebelum dan setelah siswa melaksanakan pembelajaran berbasis STEM bersama peneliti.

3.5.4 Lembar Angket

Lembar angket digunakan sebagai data respon pengguna setelah memanfaatkan LKPD.

3.6 Penelitian Pengembangan

Model pengembangan yang digunakan adalah model Thiagarajan. Model Thiagarajan dikenal dengan model 4-D yang terdiri dari empat tahap. Tahap-tahap tersebut terdiri dari tahap pendefinisian, tahap perancangan, tahap pengembangan, dan tahap penyebaran (Thiagarajan dkk. 1974). Prosedur penelitian secara garis besar dapat dilihat pada Lampiran 2.

Berdasarkan prosedur dalam penelitian pengembangan, maka langkah-langkah yang ditempuh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Tahap pendefinisian

Kegiatan-kegiatan pada tahap pendefinisian sebagai berikut:

a. Analisis awal– akhir

Analisis awal akhir adalah kegiatan yang dilakukan guna mengetahui masalah dasar yang akan ditetapkan dalam pengembangan LKPD. Tindakan yang dilakukan pada langkah ini adalah menelaah kurikulum, teori belajar yang relevan, dan tuntutan masa depan.

b. Analisis siswa

Analisis siswa ini memiliki tujuan untuk mengetahui karakteristik siswa yang sesuai dengan pengembangan LKPD berbasis STEM. Karakteristik yang dimaksud meliputi ciri siswa dalam belajar, kemampuan, serta pengalaman siswa.

c. Analisis Konsep

Analisis konsep dilakukan untuk mengidentifikasi dan menyusun konsep-konsep yang relevan dan akan diajarkan berdasarkan analisis awal- akhir. Analisis konsep adalah dasar dalam menyusun tujuan pembelajaran.

d. Analisis tugas

Analisis tugas bertujuan untuk mengidentifikasi tugas atau keterampilan yang dilakukan siswa selama pembelajaran. Keterampilan yang dimaksud adalah kemampuan matematis siswa dalam mata pelajaran matematika, khususnya materi pertidaksamaan linear.

e. Perumusan / Spesifikasi tujuan pembelajaran

Kegiatan ini bertujuan merangkum hasil analisis konsep dan analisis tugas yang telah dilakukan menjadi indikator. Indikator yang diperoleh selanjutnya menjadi

tujuan pembelajaran yang harus dicapai oleh siswa dan digunakan sebagai dasar penyusunan tes hasil belajar dan rancangan LKPD.

2) Tahap perancangan

Tahap perancangan adalah tahap untuk merancang LKPD yang disesuaikan dengan hasil pada tahap sebelumnya. Tahap perancangan terdiri dari empat langkah sebagai berikut:

- a. Penyusunan LKPD sebagai bahan latihan siswa untuk menyelesaikan permasalahan yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Penyusunan LKPD disesuaikan dengan tujuan pembelajaran.
- b. Pemilihan media merupakan langkah untuk menentukan media pembelajaran yang paling tepat dan sesuai untuk penyampaian materi. Proses pemilihan media harus sesuai dengan hasil analisis tugas dan analisis konsep. Pemilihan media yang dimaksud adalah penggunaan teknologi sebagai STEM.
- c. Pemilihan format yang meliputi rancangan isi, strategi pembelajaran, dan sumber belajar
- d. Rancangan awal

Rancangan awal merupakan langkah untuk merancang seluruh kegiatan yang harus dilakukan yang meliputi rencana pelaksanaan pembelajaran, lembar kerja siswa, instrumen penelitian lembar observasi, angket respon siswa dan lembar validasi LKPD.

3) Tahap pengembangan

Tahap pengembangan merupakan tahapan yang bertujuan untuk menghasilkan bentuk akhir LKPD. Proses pengembangan ini disesuaikan dengan komentar, saran, dan penilaian dosen ahli dan guru matematika sebagai validator. Tahap pengembangan dibagi menjadi dua langkah berikut.

- a. Penilaian para ahli. Penilaian para ahli LKPD yang telah dibuat pada tahap perancangan. Hasil penelitian digunakan sebagai dasar revisi serta penyempurnaan LKPD. Secara umum, validasi mencakup isi perangkat pembelajaran harus dipastikan sesuai dengan materi dan tujuan pembelajaran yang akan diukur dan bahasa harus dipastikan menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar serta tidak menimbulkan makna ganda.

b. Uji coba lapangan merupakan langkah yang dilakukan untuk mendapatkan masukan langsung dari lapangan terhadap LKPD yang telah dibuat. Dalam langkah ini, semua respon, reaksi, komentar dari guru, siswa, maupun para pengamat harus dicatat.

4) Tahap penyebaran

Tahap penyebaran adalah tahap penyebarluasan penggunaan LKPD yang telah dikembangkan. Tahap ini bertujuan untuk menguji efektivitas LKPD dalam kegiatan belajar mengajar.

3.7 Analisis Data

Analisis data digunakan sebagai acuan peneliti menarik kesimpulan dari hasil penelitian. Melalui data tersebut peneliti mendapatkan informasi sebagai bahan analisis secara mendalam mengenai pengembangan perangkat berbasis STEM untuk materi pertidaksamaan linear dua variabel. Berikut metode analisis data yang digunakan untuk menganalisis dari himpunan data yang diperoleh, antara lain:

1) Analisis Kevalidan

LKPD divalidasi oleh dua dosen Program Studi Pendidikan Matematika FKIP Universitas Jember dan satu guru matematika. Langkah-langkah untuk menentukan LKPD ini dikatakan valid sebagai berikut:

- a) Melakukan rekapitulasi data penilaian kevalidan LKPD dalam tabel yang meliputi aspek (A_i), indikator (I_i), dan nilai (V_{ji}) untuk masing-masing validator.
- b) Menghitung rerata nilai dari semua validator untuk setiap aspek penilaian.

Adapun rumus yang digunakan mencari rata-rata dengan rumus sebagai berikut:

$$I_i = \frac{\sum_{j=i}^n V_{ji}}{n}$$

Keterangan:

I_i = rata-rata nilai hasil validasi I_i

V_{ji} = data nilai validator ke-j terhadap indikator ke-i

n = banyaknya validator

- c) Menentukan rata-rata nilai untuk setiap aspek dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$A_i = \frac{\sum_{j=1}^m I_{ji}}{m}$$

Keterangan:

A_i = rata-rata nilai untuk aspek ke- i

I_{ji} = rerata untuk aspek ke- i indikator ke- j

m = banyaknya indikator dalam aspek ke- i

- d) Menentukan nilai atau nilai rata-rata total dari semua aspek menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V_a = \frac{\sum_{i=1}^n A_i}{n}$$

Keterangan :

V_a = rata-rata nilai total untuk semua aspek

A_i = rerata nilai untuk aspek ke- i

n = banyaknya aspek

Hasil yang diperoleh dari semua rumus yang telah dipaparkan di atas (V_a) digunakan untuk menentukan kevalidan LKPD berdasarkan kriteria yang dikemukakan oleh Hobri, 2021

Tabel 3.1 Kriteria Kevalidan LKPD

Nilai V_a	Interpretasi
$V_a = 4$	Sangat valid
$3,25 \leq V_a < 4$	Valid
$2,5 \leq V_a < 3,25$	Cukup Valid
$1,75 \leq V_a < 2,5$	Kurang Valid
$1 \leq V_a < 1,75$	Tidak Valid

2) Analisis Kepraktisan

Data kepraktisan LKPD merupakan data yang merepresentasikan keterlaksanaan LKPD yang dikembangkan. Data ini diperoleh dari angket respon siswa setelah melaksanakan pembelajaran dan telah menyelesaikan permasalahan yang tertera di LKPD. Data ini dianalisis sesuai langkah-langkah berikut:

- a) Melakukan rekapitulasi data angket respon pengguna LKPD dalam tabel yang meliputi indikator (I_i), dan nilai (K_{ji}) untuk masing-masing respon
- b) Menghitung rerata nilai dari semua angket respon pengguna LKPD untuk setiap indikator. Rumus yang digunakan mencari rata-rata tersebut adalah sebagai berikut:

$$I_i = \frac{\sum_{j=i}^n K_{ji}}{24}$$

Keterangan :

I_i = rata-rata nilai dari semua angket respon pengguna LKPD untuk setiap indikator

K_{ji} = data nilai pengguna ke-j terhadap indikator ke-i

- c) Menentukan nilai atau nilai rata-rata total dari semua indikator menggunakan rumus sebagai berikut:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{4}$$

Keterangan :

R = rata-rata nilai total untuk semua indikator

I_i = rerata nilai untuk indikator ke- i

- d) Mengubah nilai rata-rata total dalam bentuk persentase menggunakan rumus:

$$P = R \times 100\%$$

Keterangan:

P = nilai rata-rata angket respon pengguna (%)

R = rata-rata total nilai

- e) Membuat kesimpulan tingkat kepraktisan perangkat yang dikembangkan berdasarkan kriteria persentase rata-rata angket respon siswa yang disajikan pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Kriteria Kepraktisan LKPD

Kategori presentase	Nilai $P(\%)$
Sangat baik	$80 < P \leq 100$
Baik	$60 < P \leq 80$
Cukup baik	$40 < P \leq 60$

Kategori presentase	Nilai $P(\%)$
Kurang baik	$P \leq 0$

3) Analisis Keefektifan

Keefektifan LKPD dapat diukur dari analisis siswa menyelesaikan *pre test* dan *post test*. Analisis keefektifan dilakukan dengan merekapitulasi nilai tes hasil belajar dan menentukan apakah nilai tersebut sudah memenuhi nilai kriteria ketuntasan minimal dari kategori keefektifan. Perhitungan analisis keefektifan menggunakan rumus N-Gain yang pertama kali dikenalkan oleh Richard R. dalam penelitiannya tentang efektivitas pembelajaran untuk melihat peningkatan hasil belajar siswa dari *pre test* ke *post test* Hake (M. E. Sari et al., 2019).

Tabel 3.3 Kategori Keefektifan Siswa

Nilai g	Kategori persentase	Interpretasi
$g \geq 0,70$	Tinggi	Sangat Efektif
$0,30 \geq g < 0,70$	Sedang	Efektif
$g < 0,30$	Rendah	Kurang Efektif

Dengan perhitungan menggunakan rumus di bawah ini:

$$(g) = \frac{\bar{X}_{posttest} - \bar{X}_{pretest}}{X_{maksimum} - \bar{X}_{pretest}}$$

Keterangan:

(g) = rata-rata nilai N-Gain kelas

$\bar{X}_{posttest}$ = rata-rata nilai *posttest*

$\bar{X}_{pretest}$ = rata-rata nilai *pretest*

$X_{maksimum}$ = skor maksimum

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini mengembangkan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear dua variabel untuk meningkatkan kemampuan matematis. Model pengembangan yang digunakan adalah model 4D Thiagarajan yang terdiri dari empat tahapan, yaitu tahap pendefinisian (*define*), tahap perancangan (*design*), tahap pengembangan (*develop*) dan tahap penyebaran (*disseminate*). Langkah-langkah pembahasan setiap tahapan dijelaskan sebagai berikut.

4.1.1 Tahap Pendefinisian (*Define*)

Tujuan tahapan pendefinisian adalah mengembangkan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear dua variabel yang diterapkan oleh siswa kelas XI. Tujuan pembelajaran dapat ditentukan berdasarkan analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas dan spesifikasi tujuan pembelajaran.

a) Analisis awal-akhir

Hasil analisis menunjukkan bahwa kurikulum menuntut siswa memiliki kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan penalaran matematis. Namun, praktik pembelajaran masih berpusat pada guru dan cenderung menggunakan soal rutin sehingga belum sesuai dengan tuntutan kurikulum. Dari sisi teori belajar, pendekatan konstruktivisme menekankan bahwa siswa membangun pengetahuan melalui pengalaman aktif dan interaksi dengan lingkungan (Romadhona et al., 2023). Selain itu, pendekatan STEM mengintegrasikan sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk melatih kemampuan pemecahan masalah dan berpikir tingkat tinggi (Sujarwanto, 2023). Namun, LKPD yang digunakan belum sepenuhnya mengakomodasi prinsip-prinsip tersebut. Di sisi lain, tuntutan abad ke-21 menekankan pentingnya kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Pembelajaran berbasis STEM terbukti berpotensi meningkatkan kemampuan matematis, seperti berpikir kritis, koneksi matematis, dan pemecahan masalah (Nurhidayat & Asikin, 2021). Akan tetapi, kemampuan siswa dalam memahami konsep pertidaksamaan linear dua variabel dan mengaitkannya dengan konteks nyata masih rendah. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan LKPD

berbasis STEM yang mampu mengintegrasikan pembelajaran kontekstual, meningkatkan keaktifan siswa, serta mengembangkan kemampuan matematis dan keterampilan abad ke-21

b) Analisis siswa

Berdasarkan hasil pengamatan selama pembelajaran, terlihat bahwa karakteristik siswa masih beragam. Dari segi cara belajar, sebagian besar siswa masih terbiasa menunggu penjelasan dari guru dan cenderung pasif. Saat diberikan pertanyaan, hanya beberapa siswa yang berani mencoba menjawab, sementara yang lain lebih memilih diam atau menunggu teman. Namun, ketika diberikan aktivitas yang melibatkan diskusi atau kerja kelompok, siswa terlihat lebih aktif dan mulai berani menyampaikan pendapat. Dilihat dari kemampuan mengerjakan tes, masih banyak siswa yang kesulitan terutama pada soal yang membutuhkan pemahaman konsep dan penalaran, seperti menentukan daerah penyelesaian pada pertidaksamaan linear dua variabel. Siswa cenderung lebih mudah mengerjakan soal yang langsung menggunakan rumus, tetapi mengalami kebingungan ketika soal dikaitkan dengan masalah sehari-hari atau berbentuk cerita. Sementara itu, dari pengalaman siswa dalam mengerjakan tugas, sebagian siswa sudah cukup terbiasa mengerjakan latihan soal, tetapi tugas yang bersifat eksplorasi atau proyek masih jarang diberikan.

Akibatnya, siswa kurang terbiasa berpikir kreatif dan menghubungkan materi dengan kehidupan nyata. Ketika diberikan tugas yang sedikit berbeda dari biasanya, siswa terlihat bingung dan perlu arahan lebih lanjut. Berdasarkan kondisi tersebut, dapat dilihat bahwa siswa sebenarnya memiliki potensi untuk aktif dan berkembang, tetapi masih membutuhkan pembelajaran yang lebih menarik dan melibatkan mereka secara langsung. Oleh karena itu, pengembangan LKPD berbasis STEM menjadi sangat cocok karena dapat mendorong siswa untuk belajar lebih aktif, bekerja sama, serta mengaitkan materi dengan kehidupan sehari-hari. Dengan pendekatan ini, diharapkan kemampuan matematis siswa dapat meningkat, terutama dalam memahami konsep dan menyelesaikan masalah secara lebih logis.

c) Analisis konsep

Berdasarkan hasil analisis, langkah awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi konsep-konsep yang berkaitan dengan materi pertidaksamaan linear dua variabel. Dari hasil tersebut, ditemukan bahwa ada beberapa konsep penting yang harus dipahami siswa, seperti pengertian pertidaksamaan, bentuk umum pertidaksamaan linear dua variabel, cara menggambar grafik, serta menentukan daerah penyelesaian. Dalam prosesnya, terlihat bahwa konsep-konsep ini saling berhubungan dan harus dipahami secara bertahap. Siswa tidak bisa langsung memahami materi secara utuh tanpa menguasai konsep dasar terlebih dahulu. Misalnya, sebelum menggambar grafik, siswa harus paham dulu bentuk persamaan garis. Begitu juga sebelum menentukan daerah penyelesaian, siswa harus mengerti arah tanda pertidaksamaan. Namun, berdasarkan kondisi di lapangan, siswa sering kali hanya menghafal langkah-langkah tanpa benar-benar memahami konsepnya. Hal ini membuat mereka mudah lupa dan kesulitan ketika soal yang diberikan sedikit berbeda dari contoh. Oleh karena itu, analisis konsep menjadi sangat penting sebagai dasar dalam menyusun tujuan pembelajaran. Dengan menyusun konsep secara runtut, tujuan pembelajaran bisa dibuat lebih jelas dan terarah, mulai dari yang paling sederhana sampai yang lebih kompleks. Selain itu, tujuan pembelajaran juga bisa disesuaikan dengan kebutuhan siswa agar mereka lebih mudah memahami materi. Dengan adanya penyusunan konsep yang baik, LKPD berbasis STEM yang dikembangkan nantinya dapat membantu siswa belajar secara bertahap, lebih memahami konsep, dan tidak hanya sekadar menghafal. Hal ini juga diharapkan dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menyelesaikan masalah, terutama yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.

d) Analisis tugas

Berdasarkan hasil pengamatan, tugas yang diberikan kepada siswa selama pembelajaran masih didominasi oleh latihan soal yang sifatnya rutin. Siswa biasanya mengerjakan soal berdasarkan contoh yang sudah diberikan oleh guru. Untuk soal yang mirip, sebagian besar siswa bisa mengerjakan dengan cukup baik. Namun, ketika soal sedikit dimodifikasi atau dibuat dalam bentuk cerita, banyak siswa yang mulai kesulitan dan bingung harus mulai dari mana. Dilihat dari keterampilan

mengerjakan tugas, kemampuan siswa juga masih beragam. Ada siswa yang sudah mampu memahami soal, menyusun langkah-langkah, dan menyelesaikan dengan benar. Tetapi, tidak sedikit juga siswa yang masih asal mengerjakan tanpa memahami maksud soal. Beberapa siswa juga terlihat kurang teliti, sehingga sering terjadi kesalahan pada langkah-langkah sederhana. Selain itu, dalam tugas kelompok, terlihat bahwa kerja sama siswa belum merata. Ada siswa yang aktif berdiskusi dan mencoba menyelesaikan tugas bersama, tetapi ada juga yang hanya bergantung pada teman. Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan kolaborasi siswa masih perlu dilatih.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa siswa masih perlu dibiasakan mengerjakan tugas yang tidak hanya bersifat rutin, tetapi juga menantang dan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari. Dengan adanya pengembangan LKPD berbasis STEM, siswa diharapkan dapat lebih terlatih dalam memahami masalah, menyusun strategi penyelesaian, serta bekerja sama dengan teman. Dengan begitu, keterampilan siswa dalam mengerjakan tugas dapat meningkat, baik secara individu maupun kelompok

e) Spesifikasi tujuan pembelajaran

Spesifikasi tujuan pembelajaran ini dibuat lebih jelas dan bertahap, mulai dari siswa mampu memahami konsep dasar, menggambar grafik dengan benar, sampai mampu menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan pertidaksamaan dalam kehidupan nyata. Selain itu, tujuan pembelajaran juga diarahkan agar siswa lebih aktif dan bisa bekerja sama dengan teman. Tujuan pembelajaran ini nantinya menjadi dasar dalam menyusun LKPD dan rancangan perangkat pembelajaran. Dengan tujuan yang jelas, LKPD bisa dibuat lebih terarah, berisi langkah-langkah kegiatan yang membantu siswa memahami konsep sekaligus melatih keterampilan mereka. Begitu juga dengan perangkat pembelajaran yang dirancang, bisa lebih sesuai dengan kebutuhan siswa dan mendukung pembelajaran yang lebih aktif dan bermakna, terutama dengan pendekatan STEM.

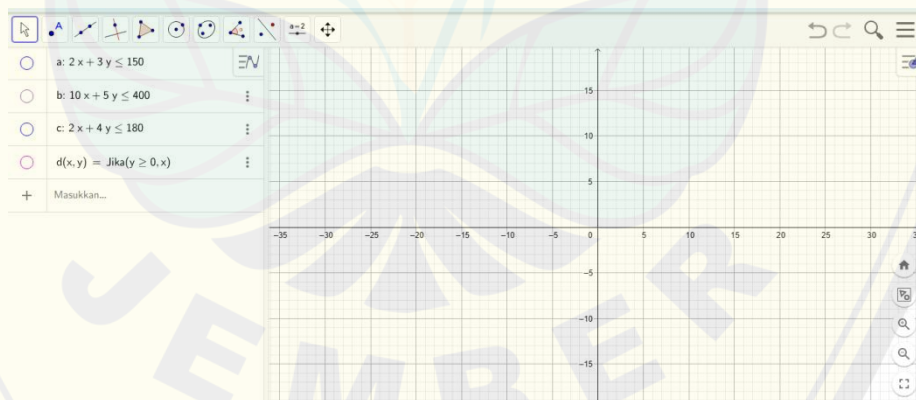
4.1.2 Tahap Perancangan (*Design*)

Tahap perancangan yaitu merancang LKPD yang sesuai dengan permasalahan dasar yang dialami oleh siswa kelas XI BD di SMKS Muhammadiyah 02 Paleran.

LKPD yang digunakan yaitu LKPD berbasis STEM. Tahap perancangan terdiri atas pemilihan media, pemilihan format, perancangan awal media dan penyusunan tes pada soal *posttest*. Pembahasan setiap langkah tahapan yang dilakukan pada penelitian sebagai berikut:

a) Pemilihan media

Berdasarkan hasil analisis konsep dan analisis tugas, pemilihan media pembelajaran dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan siswa dan karakteristik materi. Materi pertidaksamaan linear dua variabel membutuhkan pemahaman konsep yang tidak hanya bersifat teori, tetapi juga visual, seperti menggambar grafik dan menentukan daerah penyelesaian. Selain itu, dari analisis tugas terlihat bahwa siswa masih kesulitan jika hanya mengandalkan penjelasan biasa atau soal di buku. Oleh karena itu, dipilihlah media yang bisa membantu siswa melihat dan memahami konsep secara lebih jelas dan menarik. Salah satu media yang digunakan adalah GeoGebra. Dengan GeoGebra, siswa bisa langsung melihat bagaimana bentuk grafik pertidaksamaan, perubahan garis, dan daerah penyelesaiannya secara visual. Hal ini membantu siswa yang sebelumnya kesulitan membayangkan grafik hanya dari gambar di buku. Selain itu, siswa juga bisa mencoba sendiri dan melihat hasilnya secara langsung, sehingga pembelajaran menjadi lebih interaktif.



Gambar 4. 1 Tampilan Geogebra

Selain GeoGebra, digunakan juga media YouTube untuk membantu penjelasan materi. Video pembelajaran dipilih karena bisa memberikan penjelasan yang lebih variatif dan mudah dipahami, apalagi jika disertai contoh soal dan pembahasan

langkah demi langkah. Dari hasil pengamatan, siswa lebih tertarik belajar ketika menggunakan video karena tampilannya lebih menarik dan tidak membosankan. Pemilihan kedua media ini sudah disesuaikan dengan hasil analisis sebelumnya. GeoGebra membantu dalam memahami konsep dan visualisasi, sedangkan YouTube membantu dalam memberikan penjelasan tambahan yang bisa diakses kapan saja. Dengan kombinasi ini, diharapkan siswa tidak hanya memahami materi, tetapi juga lebih aktif dalam belajar dan lebih percaya diri dalam mengerjakan tugas.

b) Pemilihan format

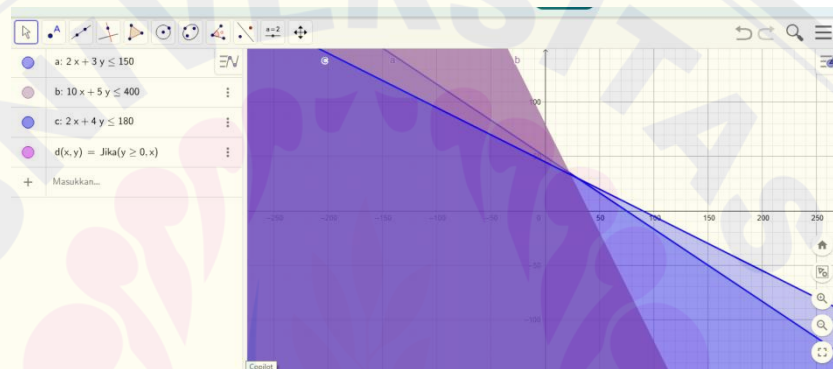
Pemilihan format dilakukan dengan beberapa langkah untuk disesuaikan dengan kebutuhan siswa dalam proses pembelajaran. Langkah pertama adalah merancang isi media pembelajaran. Isi yang disusun harus sesuai dengan konsep yang sudah dianalisis sebelumnya, mulai dari materi dasar sampai ke penerapan. Materi dibuat secara bertahap supaya siswa tidak bingung, misalnya diawali dengan penjelasan sederhana, lalu contoh, dan diakhiri dengan latihan atau tugas. Selain itu, isi media juga dibuat lebih menarik, misalnya dengan gambar, grafik, atau video, agar siswa lebih mudah memahami materi. Langkah kedua adalah menentukan strategi pembelajaran. Dari hasil analisis, siswa lebih mudah memahami jika belajar secara aktif dan tidak hanya mendengarkan penjelasan guru. Oleh karena itu, strategi yang dipilih adalah yang melibatkan siswa secara langsung, seperti diskusi kelompok, mencoba sendiri, dan memecahkan masalah. Dalam pembelajaran berbasis STEM, siswa diajak untuk berpikir, mencoba, dan bekerja sama, sehingga mereka tidak hanya menerima materi, tetapi juga mengalami proses belajar itu sendiri. Langkah ketiga adalah memilih sumber belajar yang sesuai. Sumber belajar tidak hanya dari buku, tetapi juga bisa dari media lain seperti aplikasi pembelajaran, video, atau lingkungan sekitar. Pemilihan sumber ini disesuaikan dengan kebutuhan siswa agar mereka bisa belajar dengan cara yang lebih fleksibel dan tidak membosankan. Misalnya, siswa bisa belajar dari video untuk memahami konsep, lalu menggunakan aplikasi untuk mencoba langsung.

Dari ketiga langkah tersebut, dapat disimpulkan bahwa pemilihan format media pembelajaran harus dirancang dengan matang agar sesuai dengan karakteristik siswa dan tujuan pembelajaran. Dengan format yang tepat, pembelajaran akan menjadi

lebih menarik, mudah dipahami, dan mampu meningkatkan keterampilan siswa, terutama dalam memahami konsep dan menyelesaikan masalah.

c) Rancangan awal media pembelajaran

Berdasarkan hasil analisis, langkah perancangan dilakukan dengan menyusun modul ajar, LKPD dan lembar penilaian. Modul dibuat sebagai panduan guru agar pembelajaran berjalan terarah dan melibatkan siswa secara aktif. LKPD disusun untuk membantu siswa belajar secara bertahap melalui kegiatan yang mendorong berpikir dan diskusi. Selanjutnya, lembar penilaian digunakan untuk melihat hasil dan proses belajar siswa, tidak hanya dari nilai tetapi juga keaktifan, kerja sama dan sikap.



Gambar 4. 2 Menggambar Grafik Pertidaksamaan

d) Penyusunan LKPD

Penyusunan LKPD dilakukan dengan menyesuaikan tujuan pembelajaran dan kemampuan siswa. Soal disusun sesuai dengan unsur STEM supaya siswa bisa memahami unsur STEM secara bertahap. Dalam penyusunannya, soal tidak hanya berupa hitungan biasa, tetapi juga dikaitkan dengan masalah sehari-hari agar siswa lebih paham kegunaan materi. Selain itu, soal dirancang untuk melatih kolaborasi siswa dan berpikir penyelesaian soal. Dengan cara ini, soal pada LKPD tidak hanya berfungsi untuk latihan, tetapi juga membantu siswa memahami konsep dan meningkatkan kemampuan mereka dalam menyelesaikan masalah. Berikut gambar penyusunan LKPD



LKPD 1

Tujuan Pembelajaran:
siswa dapat memodelkan masalah kontekstual ke dalam sistem pertidaksamaan linear dua variabel



Tujuan Pembelajaran:

1. Memodelkan masalah kontekstual ke dalam sistem pertidaksamaan linear dua variabel
2. Menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sistem pertidaksamaan linear dua variabel

Petunjuk Pengerjaan:

1. Isilah nama kelompok dan anggota kelompok
2. Bacalah setiap instruksi sebelum memulai mengerjakan
3. Gunakan pensil atau pulpen untuk menulis jawab dengan jelas
4. Jika ada bagian yang kurang pahami, silakan bertanya kepada guru sebelum melanjutkan
5. Bekerjasamalah dengan kelompokmu

Sebuah koperasi sekolah ingin memproduksi dua jenis minuman yaitu teh lemon dan jus buah. Setiap botol membutuhkan sumber daya berikut:

sumber daya	minuman A	minuman B	total tersedia
air murni	200 mL	300 mL	15000 mL
gula	10 gram	5 gram	400 gram
waktu produksi	2 menit	4 menit	180 menit

Pihak koperasi ingin menghasilkan produk yang paling menguntungkan tetapi juga menghemat air karena musim kemarau. Keuntungan yang diinginkan pihak koperasi adalah minuman A seharga Rp2000/botol dan minuman B seharga Rp3000/botol

Gambar 4. 3 Penyusunan LKPD

Penyusunan LKPD disesuaikan dengan unsur STEM yang mempresentasikan aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Pembelajaran di arahkan pada penyelesaian permasalahan yang termuat pada materi pertidaksamaan linear dua variabel dengan tujuan untuk meningkatkan kemampuan matematis siswa dimana kemampuan matematis siswa di lihat dari adanya kenaikan nilai *pretest* dan *posttest*. Berikut aktivitas proses pembelajaran siswa berdasarkan tahapan STEM menurut (English, 2016)

a) Tahap Pertama (*Science*)

Pada tahap ini, pembelajaran diarahkan pada proses memahami permasalahan nyata yang berkaitan dengan produksi minuman dan keterbatasan sumber daya pada musim kemarau. Sesuai tahapan STEM menurut (English, 2016), siswa melakukan identifikasi masalah (*problem scoping*) dengan menganalisis kebutuhan produksi,

penggunaan air, gula, dan waktu produksi. Melalui aktivitas ini, siswa mengembangkan kemampuan mengamati fenomena, mengidentifikasi informasi penting, serta memahami hubungan antara permasalahan lingkungan dan proses produksi. Rincian aktivitas pembelajaran disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 1 Aktivitas Pembelajaran STEM Tahap 1

Tahap 1	Aktivitas Pembelajaran
Mengidentifikasi permasalahan produksi minuman dan penggunaan sumber daya	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memberikan permasalahan kontekstual tentang produksi teh lemon dan jus buah dengan keterbatasan air, gula, dan waktu produksi. • Guru mengarahkan siswa untuk mengamati kondisi musim kemarau yang menyebabkan pentingnya penghematan air dalam proses produksi. • Siswa mengidentifikasi informasi yang diketahui dan yang ditanyakan pada permasalahan. • Siswa mendiskusikan hubungan antara penggunaan sumber daya dan keuntungan produksi.

b) Tahap Kedua (*Engineering*)

Pada tahap ini, pembelajaran diarahkan pada proses perancangan solusi untuk menentukan strategi produksi minuman yang paling efektif dan menguntungkan. Sesuai tahapan STEM menurut (English, 2016), siswa melakukan proses *idea generation* dan *design and construction* dengan merancang model penyelesaian berdasarkan kendala yang ada. Siswa menganalisis berbagai kemungkinan kombinasi produksi teh lemon dan jus buah agar penggunaan air tetap efisien serta keuntungan dapat dimaksimalkan. Melalui aktivitas ini, siswa mengembangkan kemampuan berpikir sistematis, menyusun strategi penyelesaian, dan merancang

model matematika dari permasalahan nyata. Rincian aktivitas pembelajaran disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 2 Aktivitas Pembelajaran STEM Tahap 2

Tahap 2	Aktivitas Pembelajaran
Merancang strategi produksi minuman yang efisien dan menguntungkan	<ul style="list-style-type: none"> • Guru mengarahkan siswa untuk menentukan variabel dari permasalahan produksi teh lemon dan jus buah. • Guru membimbing siswa menyusun model matematika berdasarkan kendala penggunaan air, gula, dan waktu produksi. • Siswa mendiskusikan berbagai alternatif strategi produksi untuk memperoleh keuntungan maksimum. • Siswa merancang langkah penyelesaian menggunakan konsep pertidaksamaan linear dua variabel.

c) Tahap Ketiga (*Tecnology*)

Pada tahap ini, pembelajaran diarahkan pada pemanfaatan teknologi untuk membantu proses penyelesaian masalah produksi minuman. Sesuai tahapan STEM menurut (English, 2016) siswa menggunakan teknologi sebagai alat untuk mempermudah perhitungan, visualisasi data, dan penyajian hasil penyelesaian. Melalui aktivitas ini, siswa mengembangkan kemampuan menggunakan media dan teknologi pembelajaran dalam menganalisis model matematika serta mengevaluasi hasil yang diperoleh. Rincian aktivitas pembelajaran disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 3 Aktivitas Pembelajaran STEM Tahap 3

Tahap 3	Aktivitas Pembelajaran
Menggunakan teknologi dalam penyelesaian masalah produksi minuman	<ul style="list-style-type: none"> • Guru memperkenalkan penggunaan teknologi yaitu Geogebra untuk membantu memvisualisasikan grafik • Guru membimbing siswa menggunakan

Tahap 3	Aktivitas Pembelajaran
	<p>teknologi untuk menggambar grafik pertidaksamaan linear dua variabel.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Siswa menggunakan teknologi untuk menghitung titik potong dan menentukan daerah himpunan penyelesaian. • Siswa mengevaluasi ketepatan hasil perhitungan dengan bantuan teknologi.

d) Tahap Keempat (*Mathematics*)

Pada tahap ini, pembelajaran diarahkan pada proses penyelesaian model matematika yang telah dirancang sebelumnya. Sesuai tahapan STEM menurut (English, 2016) siswa menggunakan konsep matematika untuk menganalisis kendala, menentukan daerah himpunan penyelesaian, serta memperoleh solusi optimum dari permasalahan produksi minuman. Melalui aktivitas ini, siswa mengembangkan kemampuan berpikir logis, melakukan perhitungan matematis, dan menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis. Rincian aktivitas pembelajaran disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4. 4 Aktivitas Pembelajaran STEM Tahap 4

Tahap 4	Aktivitas Pembelajaran
Menyelesaikan model matematika untuk menentukan keuntungan maksimum	<ul style="list-style-type: none"> • Guru membimbing siswa untuk menyusun model matematika • Siswa menentukan titik pojok daerah penyelesaian. • Siswa menghitung nilai fungsi keuntungan pada setiap titik pojok untuk menentukan keuntungan maksimum. • Siswa mengevaluasi dan menyimpulkan hasil penyelesaian berdasarkan perhitungan matematis yang telah dilakukan.

4.1.3 Tahap Pengembangan (*Develop*)

Proses pengembangan dilakukan dengan meminta masukan dari dosen ahli dan guru matematika sebagai validator. Dari hasil penilaian tersebut, biasanya terdapat beberapa saran, seperti perbaikan bahasa yang termuat dalam modul ajar agar lebih mudah dipahami, penyesuaian langkah pembelajaran supaya lebih jelas, serta perbaikan soal agar sesuai dengan tujuan pembelajaran dan unsur STEM. Masukan dari validator sangat membantu karena bisa melihat kekurangan yang mungkin tidak disadari sebelumnya. Setelah itu, LKPD direvisi sesuai dengan saran yang diberikan sampai hasilnya lebih baik dan layak digunakan di kelas. Dengan adanya tahap pengembangan ini, LKPD yang dihasilkan tidak hanya sesuai teori, tetapi juga lebih praktis dan mudah digunakan oleh guru dan siswa. Selain itu, kualitas LKPD juga menjadi lebih terjamin karena sudah melalui proses penilaian dan perbaikan. Setelah LKPD yang telah dinyatakan layak kemudian diuji coba secara terbatas kepada peserta didik. Uji coba dilakukan untuk mengetahui kepraktisan dan keterlaksanaan perangkat dalam pembelajaran, serta respon siswa terhadap penggunaan LKPD berbasis STEM. Data yang diperoleh pada tahap ini digunakan untuk melakukan penyempurnaan akhir, sehingga LKPD yang dikembangkan benar-benar memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran sistem pertidaksamaan linear dua variabel

4.1.4 Tahap Penyebaran (*Disseminate*)

Pada tahap ini, LKPD yang telah melalui proses validasi, revisi, dan uji coba disempurnakan dalam bentuk produk akhir, kemudian disosialisasikan kepada guru atau pihak terkait sebagai pengguna. Penyebaran dilakukan secara terbatas, misalnya melalui WA Group forum MGMP, diskusi dengan guru sejawat, atau penerapan pada kelas lain yang memiliki karakteristik serupa. Kegiatan penyebaran juga bertujuan untuk memperoleh umpan balik lebih lanjut terkait keefektifan dan kebermanfaatan LKPD dalam konteks yang lebih luas. Selain itu, tahap *disseminate* diharapkan dapat mendorong guru untuk mengadopsi dan mengadaptasi LKPD berbasis STEM dalam pembelajaran matematika, khususnya pada materi sistem pertidaksamaan linear dua variabel. Dengan demikian, LKPD yang dikembangkan

tidak hanya bermanfaat bagi subjek penelitian, tetapi juga dapat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas pembelajaran matematika secara lebih luas.



4.2 Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan LKPD berbasis STEM menggunakan model 4D (*define, design, develop, disseminate*). Model 4D hingga saat ini masih banyak digunakan dalam penelitian pengembangan pembelajaran karena sistematis dan menekankan uji kualitas produk secara bertahap.

Pada tahap *define*, dilakukan analisis kebutuhan, karakteristik peserta didik, analisis konsep, dan analisis tugas. Hasil analisis menunjukkan bahwa pembelajaran matematika masih dominan prosedural dan belum sepenuhnya mengintegrasikan pemecahan masalah kontekstual. Pendekatan STEM dipilih karena mampu mengintegrasikan *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* secara terpadu. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis STEM sejak tahun 2021 terbukti meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan literasi numerasi siswa secara signifikan (Anwar & Hidayati, 2021; Lestari et al., 2022; Widodo et al., 2021). Selain itu, studi meta-analisis oleh (A. Nugroho & Sari, 2023) menunjukkan bahwa pembelajaran STEM memberikan pengaruh positif sedang hingga tinggi terhadap hasil belajar matematika dibandingkan pembelajaran konvensional. Temuan tersebut memperkuat penelitian pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi matematika di SMK agar pembelajaran lebih relevan dengan kebutuhan abad ke-21 dan dunia kerja.

Pada tahap *design*, dikembangkan modul ajar, LKPD berbasis STEM dan angket respons. LKPD dirancang dengan memuat masalah kontekstual yang menuntut peserta didik melakukan eksplorasi konsep, pemanfaatan teknologi digital, perancangan solusi, serta pemodelan matematis. Penelitian terkini menunjukkan bahwa desain LKPD berbasis STEM yang memuat tahapan eksplorasi, desain solusi, dan refleksi mampu meningkatkan keterlibatan siswa secara signifikan (Pratama & Suryani, 2023b; Yuliana et al., 2022). LKPD yang dirancang secara kontekstual juga terbukti meningkatkan motivasi belajar siswa SMK karena materi dikaitkan langsung dengan bidang keahlian mereka. Hasil validasi oleh ahli materi menunjukkan skor rata-rata 3,25 (skala 4) dengan kategori valid. Skor ini menunjukkan bahwa perangkat telah memenuhi aspek kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan. Penelitian pengembangan terbaru menunjukkan bahwa

skor validitas di atas 3,20 pada skala empat telah memenuhi kategori valid dan layak untuk diuji coba lapangan (Lestari et al., 2022; I. Rahmawati & Nurhasanah, 2023). Validitas yang tinggi mengindikasikan bahwa perangkat memiliki kesesuaian antara tujuan pembelajaran, materi, aktivitas STEM, dan instrumen evaluasi.

Kepraktisan LKPD memperoleh persentase sebesar 97% dengan kategori sangat praktis. Hasil ini sejalan dengan penelitian (M. Sari & Putra, 2022) yang menyatakan bahwa LKPD berbasis STEM memperoleh respons positif dari guru dan peserta didik karena mudah digunakan serta membantu pembelajaran menjadi lebih aktif dan terarah. LKPD yang disusun secara sistematis membuat siswa lebih mudah memahami langkah-langkah penyelesaian masalah. Efektivitas perangkat ditunjukkan melalui hasil N-Gain sebesar 0,38. Nilai tersebut termasuk kategori sedang. Hasil ini sejalan dengan penelitian pembelajaran STEM lainnya yang menunjukkan bahwa pendekatan STEM mampu memberikan peningkatan kemampuan matematis pada kategori sedang hingga tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan LKPD berbasis STEM mampu membantu peserta didik memahami konsep pertidaksamaan linear dua variabel secara lebih bermakna.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD berbasis STEM berada pada kategori valid, praktis, dan cukup efektif (sedang), hasil efektivitas yang diperoleh masih berada pada kategori sedang dengan nilai N-Gain sebesar 0,38. Hasil ini belum sepenuhnya sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yang menunjukkan peningkatan hasil belajar pada kategori tinggi setelah penerapan pembelajaran berbasis STEM. Penelitian oleh (Anwar & Hidayati, 2021) menunjukkan bahwa penerapan STEM mampu meningkatkan hasil belajar siswa pada kategori tinggi karena peserta didik terbiasa melakukan eksplorasi dan pemecahan masalah berbasis proyek. Sementara pada penelitian ini, peningkatan kemampuan matematis masih berada pada kategori sedang. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor, seperti peserta didik yang belum terbiasa menggunakan pembelajaran berbasis STEM, keterbatasan waktu pelaksanaan, serta kemampuan awal siswa yang masih beragam. Selain itu, penelitian (Pratama & Suryani, 2023) menunjukkan bahwa perangkat STEM dapat meningkatkan keterlibatan siswa secara maksimal apabila didukung oleh fasilitas teknologi yang

memadai. Pada penelitian ini, penggunaan teknologi dalam pembelajaran masih terbatas sehingga implementasi STEM belum berjalan secara optimal. Beberapa peserta didik juga masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan masalah kontekstual dengan model matematika yang tepat. Perbedaan hasil juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik peserta didik dan lingkungan sekolah. Penelitian sebelumnya banyak dilakukan pada sekolah dengan fasilitas pembelajaran yang lengkap dan siswa yang telah terbiasa menggunakan pembelajaran aktif. Sedangkan pada penelitian ini, peserta didik masih cenderung terbiasa dengan pembelajaran konvensional sehingga membutuhkan waktu adaptasi dalam mengikuti aktivitas STEM yang menuntut kerja sama, eksplorasi, dan pemecahan masalah secara mandiri. Dengan demikian, meskipun hasil penelitian belum mencapai kategori efektivitas tinggi, LKPD berbasis STEM tetap menunjukkan pengaruh positif terhadap peningkatan kemampuan matematis peserta didik dan layak digunakan dalam pembelajaran matematika di SMK.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1) Terdapat empat tahapan proses pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear dua variabel untuk meningkatkan kemampuan matematis sebagai berikut:

a) Tahap Pendefinisian

Pada tahap pendefinisian terdiri dari analisis awal-akhir, analisis siswa, analisis konsep, analisis tugas, dan spesifikasi tujuan pembelajaran. Permasalahan dasar dalam pengembangan LKPD ini dilihat cara mengajar guru yang kurang bervariasi sehingga siswa memiliki minat belajar yang minim dan pemanfaatan fasilitas sekolah untuk pembelajaran matematika. Apalagi saat ini dunia teknologi mempengaruhi siswa untuk memanfaatkan media yang tersedia di *link google*. LKPD ini membahas mengenai materi sistem pertidaksamaan linier dua variabel dengan berbantuan media teknologi yaitu Geogebra untuk mengkonstruksi grafik pada bidang kartesius.

b) Tahap Perancangan

Pada tahap perancangan terdiri dari pemilihan media, pemilihan format, rancangan awal media pembelajaran dan penyusunan tes. Berdasarkan analisis permasalahan dasar di SMKS Muhammadiyah 02 Paleran, peneliti memilih LKPD berbasis STEM untuk mengetahui tingkat kemampuan matematis siswa melalui pengerjaan tes. Pengerjaan tes dilakukan secara individu untuk mengetahui kemampuan matematis siswa.

c) Tahap Pengembangan

Pada tahap ini dilakukan validasi oleh para ahli dan uji coba. Validasi dilakukan guna menciptakan LKPD yang berkualitas. Uji coba dilakukan di SMKS Muhammadiyah 02 Paleran guna mengetahui tingkat kepraktisan dan keefektifan. Tingkat kepraktisan didasarkan pada hasil analisis angket respon pengguna dan tingkat keefektifan didasarkan pada hasil pengerjaan tes siswa.

d) Tahap Penyebaran

Penyebaran dilakukan ke guru matematika SMKS Muhammadiyah 02 Paleran dengan memberikan *hardcopy* dan *softcopy* dokumen LKPD.

- 2) Hasil dari penelitian pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear dua variabel untuk meningkatkan kemampuan matematis telah memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif. Berikut hasil penelitian:
 - a) Tingkat kevalidan berdasarkan penilaian dari validator menunjukkan rerata 3,25 yang menunjukkan kategori pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear dua variabel untuk meningkatkan kemampuan matematis valid.
 - b) Tingkat kepraktisan berdasarkan angket respon siswa menunjukkan nilai persentase sebesar 97% dari 26 siswa yang mengisi angket dan dikategorikan sangat baik sehingga pengembangan LKPD berbasis STEM pada materi pertidaksamaan linear dua variabel untuk meningkatkan kemampuan matematis praktis.
 - c) Tingkat keefektifan berdasarkan nilai pengerjaan hasil belajar siswa didapatkan nilai 0,38 dengan kategori sedang dan interpretasinya efektif sehingga dapat dikatakan bahwa LKPD berbasis STEM efektif.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

- 1) Selama proses penelitian, subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Pembagian ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan kemampuan matematis siswa yang memperoleh pembelajaran dengan pendekatan STEM dan yang tidak menggunakan pendekatan tersebut
- 2) Selama proses penelitian dalam diskusi kelompok, ditemukan ada beberapa siswa pasif. Oleh karena itu, guru disarankan untuk aktif melakukan pendampingan pada setiap kelompok agar anggota kelompok terlibat aktif.
- 3) Pembelajaran berbasis STEM memberikan pengalaman belajar yang lebih aktif dan kolaboratif. Siswa tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari, siswa juga lebih

memanfaatkan perangkat lunak yang telah tersediasecara online sehingga meningkatkan motivasi dan minat belajar matematika.



DAFTAR PUSTAKA

- Aini, D. A. N., Cahya, A. I. N., Aryani, F. R., & Azizah, R. N. (2025). Pengembangan LKPD dengan Strategi Pembelajaran REACT pada Materi Sistem Pertidaksamaan Linear. *Pendidikan, Bahasa, Sastra, Seni Dan Budaya*, 5(2). https://e-journal.upr.ac.id/index.php/enggang/article/view/22165?utm_source=chatgpt.com
- Anwar, R., & Hidayati, N. (2021). Implementasi pembelajaran STEM terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. *Pendidikan Sains*, 9(2), 120–128.
- Beers, S. Z. (2011). 21st Century Skills: Preparing Students for Their Future. *National Education Association*.
- Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. NSTA Press. www.nsta.org/permissions.
- Delima, Jumaisyaroh, T., & Hasanah, R. U. (2025). Pengembangan LKPD Berorientasi Pada Kemampuan Literasi Matematis Pada Materi SPLDV Mts Babul Ulum Medan. *Pendidikan Matematika*, 5(1).
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 0–8. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>
- Fannie, R. D., & Rohati. (2014). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) berbasis POE (Predict, Observe, Explain) pada materi program linier kelas XII SMA. *Sainmatika*, 8(1), 96–109.
- Farwati, R., Metafisika, K., Isnaini, M., Putra, E. E., & Solikha, D. F. (2021). *STEM Education Dukung Merdeka Belajar* (F. Ravida (ed.)). DOTPLUS Publisher. https://books.google.co.id/books?id=TeIhEAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Gendika, T. S. (2022). *Pengembangan perangkat pembelajaran terintegrasi STEM pada problem based learning untuk meningkatkan kemampuan komunikasi materi program linear*.
- Kemendikbud. (2017). *Permendikbud Nomor 37 Tahun 2017 tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Matematika SMA/SMK*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Lestari, D., Rahman, A., & Putri, S. (2022). Efektivitas perangkat pembelajaran berbasis STEM dalam meningkatkan literasi numerasi siswa SMK. *Pendidikan Matematika Indonesia*, 7(1), 45–53.
- Liku, F., Lado, A., & Tenga, A. (2024). Pengembangan modul ajar berbasis inkuiri terbimbing pada materi sistem persamaan dan pertidaksamaan linear. *Indonesian Journal of Mathematics Education and Technology (IMEDTECH)*, 2(1).
- Nugroho, A., & Sari, P. (2023). Meta-analisis pengaruh pembelajaran STEM terhadap hasil belajar matematika. *Riset Pendidikan Matematika*, 10(2), 150–162.
- Nugroho, H. (2024). Pendekatan STEM berbantuan Geogebra pada materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel untuk meningkatkan representasi matematis.

- Ilmiah WUNY*, 6(1), 50–62.
- Nurhayati, N., & Ratnaningsih, N. (2023). Analisis kesalahan konsep siswa pada materi sistem pertidaksamaan linear dua variabel. *Pendidikan Dan Riset Matematika*, 6(2).
- Nurhidayat, M. F., & Asikin, M. (2021). Bahan Ajar Berbasis STEM dalam Pembelajaran Matematika: Potensi dan Metode Pengembangan. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 4. https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/44946?utm_source=chatgpt.com
- OECD. (2019). PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do. In *OECD Publishing*. OECD Publishing. <https://www.oecd.org/pisa/publications/pisa-2018-results-volume-iii-acd78851-en.htm>
- Prastowo. (2015). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.
- Pratama, & Suryani. (2023a). Desain Perangkat Pembelajaran Berbasis STEM untuk Meningkatkan Keterlibatan Siswa SMK. *Pendidikan Vokasi Dan Teknologi*, 5(2), 88–97.
- Pratama, Y., & Suryani, E. (2023b). Pengaruh pembelajaran STEM terhadap hasil belajar matematika siswa SMK. *Inovasi Pendidikan*, 5(3), 210–218.
- Putri, A. P., & Subanji. (2019). Pembelajaran matematika berbasis STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep dan sikap siswa. *Pendidikan Matematika Dan Sains*, 7(1).
- Rahmawati, D., Budiyono, & Slamet, I. (2021). Penerapan STEM dalam pembelajaran matematika untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. *Pendidikan Matematika Indonesia*, 6(2).
- Rahmawati, I., & Nurhasanah, S. (2023). Pengembangan perangkat pembelajaran berbasis STEM dengan model 4D. *Riset Pendidikan Matematika*, 10(1), 55–67.
- Revita, A. N., Refianti, R., & Nugroho, K. U. Z. (2025). Systematic Literature Review : E-LKPD Berbasis STEM-E Materi Sistem Persamaan Linear Dua Variabel. *Pendidikan Matematika*, 4(3), 623–632.
- Romadhona, A. R., Prameita, A. E. D., Alvianita, M., Adha, E. A. W., & Iffah, J. D. N. (2023). Analisis Teori Belajar Konstruktivisme dalam Pembelajaran Matematika Di SMA Budi Utomo Perak. *Pendidikan Matematika*, 6(1). https://jurnal.unipar.ac.id/index.php/Laplace/article/view/1097?utm_source=chatgpt.com
- Ruseffendi, E. T. (2010). *Dasar-Dasar Matematika Modern dan Pengembangannya*. Tarsito.
- Sagala, S. (2005). *Konsep dan Makna Pembelajaran*. Alfabeta.
- Sari, M. E., Fauzi, M. A., & Ahyaningsih, F. (2019). Development of Teaching Materials Based on a Metacognition Approach to Improve the Understanding Ability of Mathematical Concepts of Students of Budi Mulia Medan. *American Journal of Educational Research*, 7(1), 24–32. <https://doi.org/10.12691/education-7-1-5>
- Sari, M., & Putra, D. (2022). Kepraktisan perangkat pembelajaran berbasis STEM pada materi aljabar. *Pendidikan Matematika*, 6(2), 98–107.
- Soedjadi. (2000). *Kiat Pendidikan Matematika di Indonesia: Konstatasi Keadaan*

- Masa Kini Menuju Harapan Masa Depan*. Dirjen Dikti.
- Sugiyono. (2008). Metode penelitian pendidikan:(pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D). *Alfabeta*.
- Sujarwanto, E. (2023). Prinsip Pendidikan STEM dalam Pembelajaran Sains. *Riset Dan Konseptual*, 8(2).
https://jurnal.unublitar.ac.id/index.php/briliant/article/view/1258?utm_source=chatgpt.com
- Sumarmo, U. (2013). Berpikir dan disposisi matematik: Apa, mengapa, dan bagaimana dikembangkan pada peserta didik. *Pendidikan Matematika*, 7(2), 1–14.
- Sumarmo, U. (2014). *Kumpulan Makalah Berpikir dan Disposisi Matematis serta Pembelajarannya*. FMIPA UPI.
- The National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), I. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*.
- Thiagarajan, S., Semmel, & Semmel, M. I. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Leadership Training Institute/Special SeDucation, University of Minnesota.
- Trianto. (2014). *Model Pembelajaran Terpadu*. Bumi Aksara.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times*. Jossey-Bass.
- Wahyuni, I. A. G. S., Astawa, I. W. P., & Suharta, I. G. P. (2024). Pengembangan E-LKPD Interaktif Berbasis Liveworksheet untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika Siswa pada Materi Persamaan dan Pertidaksamaan Linear. *Pendidikan MIPA*, 14(2), 489–497.
- Widodo, A., Kurniawan, B., & Sulastri, E. (2021). Penerapan pendekatan STEM untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah matematis siswa. *Pendidikan Matematika*, 15(2), 134–142.
- Wiryokusumo, I. (2011). *Dasar-dasar Pengembangan Kurikulum*. Bumi Aksara.
- Yuliana, F., Hartono, H., & Susanti, R. (2022). Desain pembelajaran STEM untuk meningkatkan motivasi belajar siswa SMK. *Pendidikan Vokasi*, 12(1), 33–44.