

ANALISIS KEBUTUHAN E-LKPD BERBASIS *PROBLEM BASED LEARNING* (PBL) LEARNING PADA MATERI TATA NAMA SENYAWA KIMA DAN PERSAMAAN REAKSI KIMIA UNTUK SMTI PADANG

Putri Ayu¹, Syamsi Aini²

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Padang^{1,2}

e-mail: puyu1306@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kesulitan belajar yang dialami peserta didik Fase E SMTI Padang pada materi Tata Nama Senyawa Kimia dan Persamaan Reaksi, serta penggunaan media ajar konvensional yang belum mengintegrasikan *Problem Based Learning* (PBL) sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka. Fokus penelitian ini adalah menganalisis kebutuhan pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD) berbasis PBL untuk mengatasi masalah tersebut. Tahapan penting penelitian mengadopsi metode *Research and Development* (R&D) model 4-D, namun dibatasi hanya pada tahap *Define* (pendefenisian). Pada tahap ini, pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terstruktur dengan 3 guru Teknik Kimia Industri (TKI) dan penyebaran angket kebutuhan kepada 56 peserta didik kelas XI. Temuan utama dari analisis ini mengkonfirmasi adanya masalah di lapangan, di mana lebih dari separuh siswa (53,6% pada tata nama dan 52,6% pada persamaan reaksi) mengalami kendala pemahaman. Selain itu, temuan kunci menunjukkan adanya kebutuhan mendesak dan minat tinggi (89,3%) dari siswa terhadap e-LKPD interaktif. Dengan demikian, disimpulkan bahwa e-LKPD berbasis PBL merupakan solusi yang sangat dibutuhkan dan sesuai dengan karakteristik peserta didik, kompleksitas materi, serta perkembangan teknologi saat ini.

Kata Kunci: *e-LKPD, PBL, Nama Senyawa, Persamaan Reaksi*

ABSTRACT

This research was motivated by the learning difficulties experienced by Phase E students of SMTI Padang in the Nomenclature of Chemical Compounds and Reaction Equations material, as well as the use of conventional teaching media that have not integrated Problem-Based Learning (PBL) as required by the Independent Curriculum. The focus of this research is to analyze the need to develop PBL-based Electronic Student Worksheets (e-LKPD) to address these issues. The key stages of the research adopted the 4-D Research and Development (R&D) model, but were limited to the Define stage. At this stage, data collection was conducted through structured interviews with three Industrial Chemical Engineering (TKI) teachers and the distribution of needs questionnaires to 56 11th-grade students. The main findings of this analysis confirmed the existence of problems in the field, where more than half of the students (53.6% in nomenclature and 52.6% in reaction equations) experienced difficulties in understanding. Furthermore, key findings indicated an urgent need and high interest (89.3%) among students in interactive e-LKPD. Thus, it is concluded that PBL-based e-LKPD is a much-needed solution and is appropriate for student characteristics, material complexity, and current technological developments.

Keywords: *e-LKPD, PBL, Compound Names, Reaction Equations*

PENDAHULUAN

Sejak tahun 2020, pemerintah Indonesia telah meluncurkan *Kurikulum Merdeka*, sebuah inisiatif reformasi pendidikan yang memberikan otonomi penuh kepada guru dan institusi pendidikan untuk mengadaptasi proses belajar (Purnawanto, 2022). Filosofi dasar kurikulum

ini adalah membebaskan pendidik dari batasan administratif yang kaku, memungkinkan mereka berinovasi dalam pengajaran. Fokus utamanya adalah pengembangan potensi siswa secara holistik agar selaras dengan *Profil Pelajar Pancasila*. Profil ini menuntut pelajar memiliki enam ciri utama yang terintegrasi: berakhhlak mulia, kebinekaan global, gotong royong, kemandirian, bernalar kritis, dan kreativitas (Raharjo, 2020). Keenam dimensi ini tidak hanya mencakup aspek kognitif, tetapi juga afektif dan sosial, yang bertujuan untuk menciptakan generasi yang tangguh dan adaptif. Untuk mencapai profil ideal ini, *Kurikulum Merdeka* mendorong penerapan pendekatan pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berpusat pada peserta didik, salah satunya dengan penekanan khusus pada pengembangan nalar kritis.

Guna mengoptimalkan salah satu ciri krusial dari *Profil Pelajar Pancasila*—yaitu bernalar kritis implementasi Model *Problem Based Learning (PBL)* adalah pendekatan yang sangat direkomendasikan. *PBL* didefinisikan sebagai strategi pedagogis yang bertujuan meningkatkan daya pikir siswa melalui aktivitas kolaboratif dalam memecahkan masalah-masalah otentik (Guerra et al., 2017, 2020). Model ini secara khusus melatih pelajar untuk mengaplikasikan konsep teoretis secara kontekstual, memperkuat keterampilan berpikir tingkat tinggi (*HOTS*), serta meningkatkan motivasi dan kemandirian belajar. Berbeda dengan pembelajaran tradisional, *PBL* menempatkan siswa sebagai pusat proses pembelajaran yang aktif mencari solusi (Chen et al., 2020; Kofoed et al., 2018; Ye & Zhong, 2023). Dalam pelaksanaannya, peran guru bergeser menjadi pendamping atau fasilitator pada tahap awal (Ariyana et al., 2019), yang memandu siswa merumuskan masalah dan mengidentifikasi kebutuhan belajar mereka. Proses ini tentu menuntut ketersediaan perangkat ajar, media, dan sumber belajar yang memadai untuk mendukung investigasi mandiri dan kolaboratif siswa.

Di tengah pesatnya perkembangan teknologi abad ke-21, perangkat ajar yang dibutuhkan untuk mendukung model *PBL* telah banyak terintegrasi sebagai alat bantu ajar *digital* di dunia pendidikan. Ketersediaan teknologi membuka peluang menciptakan lingkungan belajar yang lebih kaya. Salah satu perangkat *digital* yang sangat relevan adalah Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-LKPD). Ayirahma & Muchlis, (2023) menjelaskan bahwa e-LKPD adalah bahan ajar *digital* terstruktur yang berisi materi, tugas, atau evaluasi yang dapat diakses siswa melalui gawai pribadi mereka. Inovasi ini melampaui sekadar digitalisasi teks. E-LKPD yang efektif dirancang agar atraktif dan interaktif, mampu memberikan umpan balik instan, dan diperkaya dengan konten *multimedia* seperti visualisasi grafis dan video yang relevan. Karakteristik interaktif ini sangat mendukung sintaks *PBL*, memungkinkan siswa untuk mengeksplorasi sumber daya secara mandiri dan bekerja sesuai kecepatan mereka sendiri, yang merupakan komponen penting dari kemandirian belajar.

Agar penggunaan e-LKPD efektif, media tersebut harus disandingkan dengan model pembelajaran yang tepat, seperti *PBL*, dengan tujuan memaksimalkan partisipasi aktif siswa dan memupuk keterampilan kerja sama (Monica et al., 2023). Pemilihan materi juga menjadi krusial. Tata Nama Senyawa Kimia dan Persamaan Reaksi adalah materi yang ideal sekaligus menantang untuk disajikan melalui e-LKPD berbasis *PBL*. Materi ini, yang merupakan bagian pengantar pada kurikulum Fase E, mencakup berbagai konsep fundamental, seperti aturan penamaan senyawa anorganik dan organik sederhana, serta prinsip-prinsip logis dalam penulisan dan penyetaraan reaksi kimia. Mengingat sifat materi Tata Nama Senyawa Kimia dan Persamaan Reaksi yang cenderung konseptual, prosedural, dan sangat kompleks, maka e-LKPD harus dirancang secara khusus untuk mengatasi tantangan tersebut. Hal ini dapat diwujudkan dengan menyajikan fitur interaktif, video, dan animasi yang mampu mendemonstrasikan proses penamaan yang abstrak dan langkah-langkah visual penyetaraan reaksi.

Meskipun kebutuhan akan media interaktif berbasis *PBL* sangat ideal, kenyataan di lapangan menunjukkan adanya kesenjangan. Hasil wawancara dengan tiga orang guru mata

pelajaran Teknik Kimia Industri (*TKI*) Fase E di SMTI Padang mengungkap bahwa sumber belajar yang digunakan saat ini masih bersifat campuran. Media tersebut meliputi buku teks standar, presentasi *power point* (*PPT*) buatan guru, video dari *YouTube* sebagai suplemen, dan Lembar Kerja Peserta Didik (*LKPD*). Namun, ditemukan sebuah masalah krusial: *LKPD* yang digunakan masih berupa cetakan konvensional dan belum mengintegrasikan model pembelajaran *Problem Based Learning* (*PBL*). Guru-guru tersebut juga mengutarakan bahwa sebagian siswa mengalami kesulitan nyata dalam mencerna materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi. Selain itu, dari perspektif guru, proses koreksi *LKPD* konvensional (cetak) membutuhkan waktu yang sangat lama, mengurangi efisiensi guru dalam memberikan umpan balik yang cepat dan formatif kepada siswa.

Kesenjangan ini diperkuat oleh data dari perspektif siswa. Angket yang disebarluaskan kepada 56 siswa Fase E di SMTI Padang mengonfirmasi temuan guru. Data kuantitatif menunjukkan bahwa 53,6% siswa menghadapi kendala signifikan dalam memahami materi tata nama senyawa kimia, dan 52,6% siswa menghadapi kendala serupa dalam memahami materi persamaan reaksi. Kesulitan ini menunjukkan bahwa metode dan media yang digunakan saat ini belum efektif menjembatani kompleksitas materi. Di sisi lain, angket tersebut juga mengungkap adanya kebutuhan dan ketertarikan yang sangat tinggi dari siswa terhadap inovasi. Sebanyak 89,3% siswa menyatakan bahwa mereka menyukai atau sangat tertarik untuk menggunakan bahan ajar berupa e-*LKPD*. Preferensi ini didasari oleh harapan agar media baru tersebut dilengkapi dengan gambar-gambar yang menarik dan jelas, video animasi, serta audio yang dapat membantu mereka memahami materi pembelajaran yang dianggap sulit secara lebih visual dan interaktif.

Sebagai tindak lanjut dari temuan kesenjangan antara kebutuhan *Kurikulum Merdeka* dan kondisi riil di lapangan, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah inovasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sebuah e-*LKPD* yang secara spesifik mengintegrasikan sintaks model *Problem Based Learning* (*PBL*). Media ini difokuskan untuk topik tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi, yang dirancang khusus untuk siswa Fase E di SMTI Padang. Pengembangan ini dilakukan untuk mengatasi permasalahan ganda: (1) bagi guru, menyediakan media yang lebih efisien dan terstruktur; (2) bagi peserta didik, menjembatani kesulitan memahami materi abstrak. Inovasi ini terletak pada integrasi *PBL* ke dalam *platform digital* yang disesuaikan dengan karakteristik peserta didik SMTI Padang (yang terbukti menyukai visual dan interaktivitas), karakteristik materi pembelajaran (yang kompleks), serta memanfaatkan perkembangan teknologi terkini untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna dan efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) atau Riset dan Pengembangan. Model pengembangan yang diadopsi adalah model 4-D, yang terdiri dari empat tahapan: *Define* (Pendefinisian), *Design* (Perancangan), *Develop* (Pengembangan), dan *Disseminate* (Penyebaran). Namun, pelaksanaan penelitian ini dibatasi secara spesifik hanya sampai pada tahap pertama, yaitu *Define*. Fokus utama tahap ini adalah untuk menganalisis kebutuhan pengembangan media pembelajaran berupa Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik (e-*LKPD*) berbasis *Problem Based Learning* (*PBL*). Penelitian dilaksanakan selama tahun ajaran 2024/2025 dengan lokasi di Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang (sebagai basis pengembangan) dan SMK SMTI Padang (sebagai lokasi studi lapangan). Subjek penelitian yang dilibatkan dalam tahap analisis kebutuhan ini adalah 3 guru Teknik Kimia Industri (*TKI*) dan 56 peserta didik kelas XI (Fase E) di SMTI Padang.

Prosedur pengumpulan data pada tahap *Define* ini dilakukan melalui dua cara utama. Pertama, data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara terstruktur dengan 3 guru TKI. Wawancara ini bertujuan untuk mengidentifikasi masalah yang dihadapi guru, kurikulum yang digunakan (Kurikulum Merdeka), model pembelajaran yang biasa diterapkan, dan ketersediaan serta keterbatasan bahan ajar yang ada. Kedua, data kuantitatif dikumpulkan melalui penyebaran angket analisis kebutuhan kepada 56 peserta didik. Angket ini didistribusikan menggunakan *Google Forms* saat peneliti melakukan observasi ke sekolah. Angket siswa dirancang untuk mengukur tingkat kesulitan belajar materi Tata Nama Senyawa Kimia dan Persamaan Reaksi, menganalisis karakteristik dan gaya belajar siswa, serta mengidentifikasi minat dan kesiapan siswa terhadap penggunaan media pembelajaran digital (e-LKPD).

Analisis data pada tahap *Define* ini dilakukan secara komprehensif untuk merumuskan dasar pengembangan produk. Analisis ini mencakup lima langkah spesifik model 4-D: (1) Analisis ujung depan (*front-end analysis*), untuk mengidentifikasi kesenjangan antara tuntutan kurikulum dan praktik pembelajaran di kelas. (2) Analisis peserta didik, untuk memetakan karakteristik, gaya belajar, dan tingkat kesulitan yang dialami 56 siswa. (3) Analisis tugas, untuk menentukan isi materi esensial (aturan penamaan senyawa dan penyetaraan reaksi) yang akan dimuat dalam e-LKPD. (4) Analisis konsep, untuk menyusun konsep materi secara sistematis dalam bentuk peta konsep agar alurnya logis. (5) Perumusan tujuan pembelajaran, untuk menetapkan tujuan pembelajaran yang spesifik, terukur, dan selaras dengan Capaian Pembelajaran Fase E serta kebutuhan peserta didik SMK.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Tahap *Define*

Tahap *define* merupakan fase awal yang penting dalam pengembangan perangkat pembelajaran, yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan belajar peserta didik serta menentukan ruang lingkup dan arah pengembangan produk. Analisis pada tahap ini dilakukan secara menyeluruh melalui empat sub analisis :

a) Analisis ujung depan (*Front-end Analysis*)

Analisis *front-end* menunjukkan bahwa LKPD yang relevan belum tersedia untuk mendukung pembelajaran kimia, khususnya materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi, di SMK SMTI Padang. Metode pembelajaran yang diterapkan selama ini bersifat pasif, karena masih mengandalkan buku cetak dan teknik konvensional, sehingga mengurangi tingkat interaktivitas peserta didik. Ini merupakan kendala signifikan, mengingat materi seperti tata nama dan persamaan reaksi sangat kompleks dan memerlukan pemahaman mendalam terhadap simbol dan hukum dasar kimia. Dukungan media yang mampu memfasilitasi eksplorasi dan visualisasi sangat dibutuhkan untuk mengatasi masalah ini.

Kondisi pembelajaran yang kontras dengan kebutuhan ideal menuntut adanya intervensi melalui media ajar yang inovatif untuk menutup celah tersebut. Inovasi ini sangat penting untuk membantu siswa memvisualisasikan konsep abstrak tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi agar menjadi lebih konkret. Solusi yang diajukan adalah pengembangan e-LKPD berbasis teknologi, mengingat kemampuannya dalam meningkatkan kualitas belajar melalui integrasi multimedia. Literatur mendukung gagasan ini, di mana Rozi dan Utami (2023) menyebutkan bahwa penggunaan platform digital (misalnya Liveworksheet) untuk e-LKPD memungkinkan kombinasi teks, gambar, simulasi, dan interaksi yang mendalam, berpotensi memperkuat pemahaman siswa secara menyeluruh.

Sebagai strategi pedagogis yang relevan, model *Problem-Based Learning* (PBL) dapat diintegrasikan dalam e-LKPD. Mairani et al. (2022) telah membuktikan bahwa melalui pendekatan ini, peserta didik didorong untuk terlibat dalam pembelajaran mandiri dan kolaboratif guna menyelesaikan berbagai masalah yang relevan secara kontekstual. Penerapan ini kemudian memfasilitasi peningkatan signifikan pada keterampilan berpikir kritis, kemampuan memecahkan masalah, dan aspek aplikatif peserta didik terhadap materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi. Dalam rangka meningkatkan kualitas pembelajaran tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi di SMK SMTI Padang, pengembangan e-LKPD berbasis PBL merupakan kebutuhan yang mendesak. Media ini dirancang untuk mencapai dua tujuan utama: pertama, membangun pemahaman konseptual siswa yang kuat; dan kedua, mengembangkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreativitas, dan kolaborasi, yang esensial dalam lingkungan kerja industri saat ini.

b) Analisis peserta didik

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap 56 responden (siswa kelas X TKI SMK SMTI Padang) menggunakan *Google Form*, terungkap adanya kendala signifikan: 53,6% dan 52,6% peserta didik mengalami kesulitan dalam menguasai materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi. Temuan ini menunjukkan bahwa penguasaan tata nama dan penyetaraan reaksi tidak hanya melibatkan penghafalan aturan, tetapi juga menuntut pemahaman konseptual yang kuat terhadap simbol, rumus, dan hukum dasar perubahan zat. Tingkat kerumitan ini menggarisbawahi urgensi pendekatan ajar yang dapat menyajikan konsep melalui berbagai representasi—baik secara visual, verbal, simbolik, maupun matematis.

Data analisis tambahan menunjukkan bahwa mayoritas peserta didik (89,3%) bersedia menggunakan e-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik elektronik) dalam kegiatan belajar dan juga peserta didik menyukai gaya belajar yang berbeda-beda seperti gaya visual, auditroial dan kinestetik. Penerimaan ini mengindikasikan bahwa siswa siap beradaptasi dengan media digital interaktif dan menegaskan efektivitas potensial e- LKPD dalam memfasilitasi pembelajaran mandiri. Senada dengan itu, Mairani dkk. (2022) melalui studi di SMK PGRI Pontianak juga membuktikan bahwa e-LKPD berbasis PBL berhasil meningkatkan motivasi, penguasaan konsep, dan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi kimia. Dengan demikian, merancang e-LKPD berbasis PBL merupakan strategi yang tepat untuk mengatasi permasalahan dalam pembelajaran tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi di SMK.

c) Analisis tugas

Dalam rangka pengembangan e-LKPD untuk materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi, analisis tugas dilaksanakan guna menetapkan kompetensi esensial yang perlu dikuasai oleh peserta didik. Kompetensi inti yang diidentifikasi meliputi pemahaman tentang konsep dasar seperti aturan tata nama IUPAC (ionik dan kovalen), penentuan bilangan oksidasi, rumus kimia, serta metode kuantitatif seperti penyetaraan persamaan reaksi dan hukum kekekalan massa. Seluruh kompetensi ini saling terintegrasi dan menjadi landasan penting dalam menguasai bahasa kimia yang aplikatif di industri. Penyusunan analisis ini diselaraskan dengan Capaian Pembelajaran Fase E Kurikulum Merdeka di SMK SMTI Padang, yang menekankan pentingnya pengembangan keterampilan aplikatif dan berpikir kritis. Oleh karena itu, pendekatan yang digunakan bertujuan agar guru dapat merancang pembelajaran yang mendorong siswa untuk menganalisis informasi, mengidentifikasi masalah, dan menghasilkan solusi berbasis data.

d) Analisis konsep

Tujuan dari analisis ini adalah untuk meninjau konsep-konsep kunci dalam materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi. Dari tinjauan ini, akan dibuat sebuah peta konsep dan tabel analisis. Analisis konsep pembelajaran tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi dilakukan melalui beberapa langkah, yaitu : (1) identifikasi konsep-konsep utama yang relevan dengan pembelajaran tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi, (2) penguraian konsep-konsep tersebut menjadi subkonsep yang lebih spesifik, mudah dipahami, dan aplikatif, dan (3) penyusunan konsep-konsep tersebut secara logis dan sistematis untuk mendukung alur pembelajaran yang efektif. Penyusunan konsep-konsep secara sistematis akan membantu peserta didik memahami materi materi.

e) Perumusan tujuan pembelajaran

Penyusunan tujuan pembelajaran merupakan proses menurunkan capaian pembelajaran menjadi tujuan yang lebih spesifik. Tujuan pembelajarannya adalah agar peserta didik dapat memahami dan menerapkan semua tujuan pembelajaran dari materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi.

2. *Design*

Tahap Design merupakan fase kritis dalam pengembangan bahan ajar yang bertujuan untuk mentransformasikan hasil analisis kebutuhan menjadi kerangka pembelajaran yang sistematis. Setelah menetapkan Tujuan Pembelajaran (TP) dan Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) untuk e-LKPD, proses desain dilaksanakan melalui tiga langkah utama: (1) pemilihan dan pengorganisasian konten pembelajaran, (2) penentuan media, format penyajian yang sesuai, dan pengembangan prototipe awal bahan ajar.

a) Pemilihan dan pengorganisasian konten pembelajaran

Konten pembelajaran tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi dipilih secara selektif untuk mendukung penerapan pendekatan PBL. Materi inti yang dipilih meliputi penamaan senyawa biner, senyawa poliatomik, senyawa asam, senyawa basa, menuliskan persamaan reaksi dan menyetarakan persamaan reaksi. Pengorganisasian konten disusun secara berjenjang, mulai dari pengenalan konsep dasar hingga penerapan dalam konteks industri kimia, yang bertujuan untuk membangun pemahaman konseptual yang sistematis dan berkelanjutan.

b) Penentuan dan merancang format media

Media yang digunakan untuk mendesain e-LKPD ini berupa canva, power point, *capcut*, *youtube* dan *website liveworksheet*. Perancangan awal e-LKPD difokuskan pada struktur halaman yang terorganisir dan alur aktivitas yang sistematis. Media pendukung seperti gambar, sumber link literasi, link soal-soal dan tautan video dipilih untuk membantu memvisualisasikan konsep abstrak melalui prinsip-prinsip multirepresentasi.

c) Prototipe awal bahan ajar

e-LKPD ini dirancang agar dapat diakses menggunakan perangkat digital seperti handphone dan laptop. Struktur e-LKPD ini mencakup komponen-komponen penting untuk panduan belajar yang komprehensif, yaitu :



Gambar 1. Cover e-LKPD PBL Tata Nama Senyawa Kimia dan Persamaan Reaksi



Gambar 2. Pendahuluan e-LKPD PBL Tata Nama Senyawa Kimia dan Persamaan Reaksi

Proses Pemecahan Masalah Pengembangan e-LKPD berbasis *Problem Based Learning* (PBL) difokuskan pada pemilihan perangkat lunak yang tepat guna menjamin kualitas desain visual, keterbacaan informasi serta aksesibilitas media secara digital. Untuk memperkuat aspek visual, *canva* digunakan sebagai alat desain grafis karena menyediakan beragam elemen estetik yang mendukung pemahaman konsep abstrak melalui ikon, ilustrasi dan info grafis. Untuk menghadirkan interaktivitas dan aksesibilitas lintas platform, dokumen PDF hasil desain kemudian dikonversi menjadi format situs *web* menggunakan layanan yang digunakan yaitu *liveworksheet*. Proses konversi ini memungkinkan halaman-halaman e-LKPD ditampilkan layaknya *website* interaktif, dengan navigasi tombol, tautan antar halaman, hingga pemutaran video langsung di dalam e-LKPD.

Tahapan selanjutnya yaitu pengujian validitas dan kepraktisan dilakukan untuk menilai kelayakan isi, kejelasan tampilan, dan kemudahan penggunaan. Evaluasi ini diperlukan guna memfasilitasi e-LKPD yang dikembangkan memenuhi kriteria media pembelajaran yang efektif dan dapat diimplementasikan secara optimal dalam proses pembelajaran berbasis masalah di kelas.

3. Develop

Tahap *develop* melanjutkan proses dari fase *design* dengan menyajikan hasil pengujian validitas dan kepraktisan e-LKPD model PBL pada materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi. Semua data yang terkumpul telah dianalisis, dan berikut ini disajikan penjelasan mengenai pelaksanaan serta temuan uji validasi dan kepraktisan media tersebut.

a) Hasil uji validitas

Enam validator, terdiri dari tiga dosen kimia FMIPA UNP tiga guru TKI SMTI Padang, melakukan penilaian validitas dengan menggunakan angket validitas. Evaluasi ini meninjau setiap tujuan pembelajaran pada materi tata nama senyawa kimia dan persamaan reaksi untuk memastikan kesesuaian konten dengan kurikulum, ketepatan ilmiah, dan kelayakan penggunaan dalam proses pembelajaran. Rekapitulasi hasil ini disajikan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Validitas TP Harian 1

No.	Aspek yang dinilai	V	Kategori
1.	Komponen isi	0,91	Valid
2.	Komponen penyajian	0,91	Valid
3.	Komponen kebahasaan	0,91	Valid
4.	Komponen kegrafikan	0,92	Valid
	Rata-rata	0,91	Valid

Tabel 2. Hasil Validitas TP Harian 2

No.	Aspek yang dinilai	V	Kategori
1.	Komponen isi	0,92	Valid
2.	Komponen penyajian	0,92	Valid
3.	Komponen kebahasaan	0,91	Valid
4.	Komponen kegrafikan	0,90	Valid
	Rata-rata	0,91	Valid

Tabel 3. Hasil Validitas TP Harian 3

No.	Aspek yang dinilai	V	Kategori
1.	Komponen isi	0,93	Valid
2.	Komponen penyajian	0,94	Valid
3.	Komponen kebahasaan	0,91	Valid
4.	Komponen kegrafikan	0,90	Valid
	Rata-rata	0,92	Valid

Semua tujuan pembelajaran dievaluasi menggunakan koefisien Aiken's V dengan empat kriteria penilaian, yaitu materi, kebahasaan, penyajian dan garfis. Hasil pada Tabel 1 sampai Tabel 3 menunjukkan bahwa substansi kelayakan isi dan materi telah memenuhi kriteria kelayakan isi secara ilmiah dan pedagogis. Validitas ini menegaskan bahwa komponen tersebut dapat dijadikan dasar yang kuat dalam penyusunan e-LKPD, karena telah sesuai dengan kurikulum, mendukung pencapaian kompetensi peserta didik, serta relevan untuk diterapkan dalam proses pembelajaran. Aspek penyajian juga valid, mengindikasikan bahwa struktur naskah sesuai dengan sintak *Problem Based Learning*. Selain itu, validitas kebahasaan tergolong tinggi, menandakan bahwa bahasa yang digunakan efektif, efisien, dan sesuai dengan kaidah KBBI yang mendukung keterbacaan dan pemahaman peserta didik.

b) Hasil uji praktikalitas

Tahapan pengujian kepraktisan melibatkan tiga guru TKI dan 30 peserta didik kelas X-3 SMTI Padang yang mengisi angket khusus untuk setiap tujuan pembelajaran dalam e-LKPD. Prosedur ini dirancang untuk menilai kemudahan penggunaan, tingkat

pemahaman, dan kelancaran penerapan e-LKPD selama proses belajar mengajar. Evaluasi kepraktisan sangat penting agar peserta e-LKPD tidak hanya memenuhi syarat validitas konten, tetapi juga efektif dan efisien saat digunakan dikelas. Hasil penilaian kepraktisan oleh guru ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 4. Hasil Praktikalitas Guru

No.	Aspek yang dinilai	NP	Kategori
1.	Kemudahan penggunaan	95%	Sangat praktis
2.	Efisiensi waktu pembelajaran	86%	Sangat praktis
3.	Manfaat	94%	Sangat praktis
	Rata-rata	92%	Sangat praktis

Hasil analisis pada Tabel 4 menunjukkan bahwa e-LKPD mendapatkan kategori sangat praktis pada ketiga aspek penilaian. Temuan ini diperkuat juga oleh data praktikalitas dari peserta didik, yang disajikan pada Tabel 5, dimana responden juga memberikan nilai tinggi untuk aspek-aspek tersebut. Hasil uji ini menegaskan bahwa e-LKPD tidak hanya valid secara konten, tetapi juga sangat berfungsi dalam mendukung proses pembelajaran di kelas.

Tabel 5. Hasil Praktikalitas Peserta Didik

No.	Aspek yang dinilai	NP	Kategori
1.	Kemudahan penggunaan	94%	Sangat praktis
2.	Efisiensi waktu pembelajaran	92%	Sangat praktis
3.	Manfaat	95%	Sangat praktis
	Rata-rata	94%	Sangat praktis

Rata-rata skor kepraktisan e-LKPD yang diperoleh dari guru dan peserta didik masing-masing sebesar 92% dan 94% sehingga keduanya masuk dalam kategori "sangat praktis". Tiga dimensi utama yang dievaluasi dalam uji praktikalitas oleh guru dan siswa meliputi kemudahan penggunaan, efisiensi waktu pembelajaran, dan manfaat. Hasil yang tertera pada Tabel 4 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa kemudahan pemakaian (penggunaan) berada pada predikat 'sangat praktis'. Pencapaian ini mengindikasikan bahwa e-LKPD yang dirancang memiliki instruksi yang mudah diikuti, prosedur kegiatan yang eksplisit, dan ikon-ikon yang intuitif. Di samping itu, efisiensi durasi waktu pembelajaran juga dikategorikan sangat praktis.

Pembahasan

Tahap *define* dalam penelitian ini berhasil mengidentifikasi masalah krusial di SMK SMTI Padang, yaitu metode pembelajaran pasif untuk materi kimia yang kompleks. Analisis *front-end* menunjukkan bahwa ketergantungan pada buku cetak tidak memadai untuk materi seperti tata nama senyawa dan persamaan reaksi, yang menuntut pemahaman konseptual, visualisasi, dan interaktivitas. Kesenjangan antara kondisi aktual dan kebutuhan ideal ini mendorong pengembangan *e-LKPD* berbasis teknologi. Solusi ini dipilih karena kemampuannya mengintegrasikan multimedia untuk mengubah konsep abstrak menjadi lebih konkret. Hal ini didukung oleh (Rozi & Utami, 2023) yang menyoroti potensi *platform* digital

seperti *Liveworksheet* dalam mengkombinasikan teks, simulasi, dan interaksi untuk memperkuat pemahaman siswa secara komprehensif.

Pemilihan *e-LKPD* sebagai media harus didukung oleh kerangka pedagogis yang kuat. Oleh karena itu, penelitian ini mengintegrasikan model *Problem-Based Learning* (PBL). Keputusan ini didasarkan pada temuan *student analysis* yang mengungkap bahwa lebih dari separuh peserta didik mengalami kesulitan konseptual pada materi ini. PBL dipilih untuk menggeser fokus dari penghafalan pasif menjadi pemecahan masalah secara aktif dan mandiri. Pendekatan ini relevan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis yang esensial dalam memahami kimia. Sebagaimana dikonfirmasi oleh (Mairani et al., 2022) dalam konteks SMK, penerapan PBL terbukti efektif meningkatkan motivasi dan penguasaan konsep. Dengan demikian, *e-LKPD* ini dirancang tidak hanya sebagai alat digital, tetapi sebagai *platform* untuk menerapkan *sintaks* PBL secara sistematis (Adriana et al., 2025; Masardi, 2025; Tumirah et al., 2025).

Analisis peserta didik juga mengungkap dua faktor penting dalam perancangan, yaitu kesiapan siswa dan keberagaman gaya belajar. Temuan bahwa mayoritas (89,3%) siswa bersedia menggunakan *e-LKPD* menunjukkan adanya kesiapan adaptasi teknologi yang tinggi. Ini menjadi justifikasi kuat bahwa intervensi digital tidak akan menghadapi resistensi signifikan. Selain itu, pengakuan akan adanya gaya belajar yang berbeda (visual, auditorial, kinestetik) menjadi landasan dalam tahap *design*. Oleh karena itu, *e-LKPD* ini dirancang dengan prinsip *multirepresentasi*, memanfaatkan berbagai media seperti *Canva* untuk grafis, *YouTube* untuk video, dan *Liveworksheet* untuk interaktivitas, guna memfasilitasi pemahaman konsep dari berbagai sudut pandang dan preferensi belajar (Oktaria et al., 2025; Tasmayanti et al., 2025; Yuliana et al., 2025).

Tahap *develop* memberikan bukti empiris mengenai kelayakan produk melalui uji validitas yang komprehensif. Penilaian yang melibatkan enam *validator* (tiga dosen ahli dan tiga guru praktisi) menghasilkan skor Aiken's V yang sangat tinggi, dengan rata-rata di atas 0,90 untuk semua komponen pada ketiga tujuan pembelajaran. Angka ini mengindikasikan bahwa *e-LKPD* yang dikembangkan telah memenuhi kriteria "valid" secara substansial. Kelayakan ini mencakup akurasi konten ilmiah (komponen isi), kesesuaian dengan *sintaks* PBL (komponen penyajian), keterbacaan dan kepatuhan kaidah bahasa (komponen kebahasaan), serta efektivitas visual (komponen kegrafikan). Validasi ini memastikan bahwa produk tidak hanya menarik, tetapi juga akurat secara keilmuan dan tepat secara pedagogis (Andrianti & Widiyono, 2025; Fadillah & Yerimadesi, 2024; Marchelina & Yerimadesi, 2024).

Sebuah produk yang valid secara konten juga harus terbukti dapat digunakan di lapangan. Hasil uji praktikalitas menunjukkan respon yang sangat positif dari pengguna akhir, baik guru maupun peserta didik. Dengan skor rata-rata kepraktisan 92% dari guru dan 94% dari peserta didik, *e-LKPD* ini dikategorikan "sangat praktis". Penilaian ini didasarkan pada tiga aspek fundamental: kemudahan penggunaan, efisiensi waktu, dan manfaat yang dirasakan. Skor tinggi pada kemudahan penggunaan mengindikasikan bahwa desain *user interface* dan alur navigasi (termasuk instruksi dan ikon) bersifat intuitif. Selain itu, efisiensi waktu yang tinggi menunjukkan bahwa *e-LKPD* dapat terintegrasi dengan lancar ke dalam alokasi waktu pembelajaran tanpa menimbulkan beban teknis yang tidak perlu. Manfaat yang dirasakan, di sisi lain, mengonfirmasi bahwa *e-LKPD* ini mampu meningkatkan pengalaman belajar dan memfasilitasi pemahaman materi yang kompleks, selaras dengan tujuan awal pengembangannya (Husna et al., 2025; Maulani et al., 2022).

Temuan gabungan dari validitas dan praktikalitas merupakan inti dari keberhasilan tahap pengembangan ini. Penelitian ini berhasil menjembatani kesenjangan yang sering terjadi antara teori dan praktik, di mana sebuah alat bisa saja valid secara teoritis namun gagal dalam

implementasi praktis. Hasil skor yang tinggi di kedua area (validitas > 0,90 dan praktikalitas > 90%) menunjukkan bahwa *e-LKPD* berbasis PBL ini tidak hanya dirancang dengan baik secara keilmuan dan pedagogis oleh para ahli, tetapi juga diterima dengan baik dan mudah dioperasikan oleh guru sebagai fasilitator dan siswa sebagai pengguna di lingkungan kelas yang sebenarnya. Sinergi antara validitas dan praktikalitas ini adalah fondasi penting sebelum melangkah ke pengujian efektivitas.

Secara keseluruhan, penelitian ini telah berhasil melalui tiga dari empat tahap model 4D, menghasilkan sebuah *prototipe e-LKPD* berbasis PBL yang dinyatakan valid dan sangat praktis oleh para ahli serta pengguna (Apmiyanti & Yerimadesi, 2024; Atana & Ansori, 2025; Milinia et al., 2025). Implikasi dari temuan ini adalah bahwa produk tersebut secara teknis dan pedagogis siap untuk diimplementasikan dalam skala yang lebih luas atau dilanjutkan ke tahap *Disseminate*. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan, yakni baru mengukur kelayakan dan kemudahan penggunaan, bukan efektivitasnya terhadap hasil belajar. Oleh karena itu, penelitian di masa depan sangat disarankan untuk fokus pada tahap implementasi melalui desain *quasi-experimental* guna mengukur secara kuantitatif dampak *e-LKPD* ini terhadap peningkatan penguasaan konsep dan keterampilan berpikir kritis siswa.

KESIMPULAN

Penelitian pengembangan ini secara *konklusif* berhasil merancang *e-LKPD* berbasis *Problem Based Learning (PBL)* yang dinyatakan *valid* dan sangat *praktis* untuk mengatasi kesulitan *konseptual* pada materi kimia *abstrak*. Tahap *define* mengidentifikasi kesenjangan *krusial*: pembelajaran *konvensional* berbasis buku cetak gagal memfasilitasi keragaman gaya belajar (*visual, auditorial, kinestetik*) dan kesiapan *digital* siswa (89,3% bersedia menggunakan *e-LKPD*). *Desain media* ini secara *strategis* mengintegrasikan *multirepresentasi* (*Canva, YouTube, Liveworksheet*) dalam *sintaks PBL* untuk menggeser pembelajaran dari pasif menjadi aktif. Keberhasilan ini divalidasi secara *empiris* pada tahap *develop*, di mana *e-LKPD* memperoleh skor *validitas Aiken's V* sangat tinggi (rata-rata >0,90) dari para ahli, serta skor *praktikalitas* "sangat praktis" dari guru (92%) dan siswa (94%).

Implikasi dari temuan ini adalah bahwa *prototipe e-LKPD* berbasis *PBL* ini secara *teknis* dan *pedagogis* siap untuk *implementasi* skala luas. *Media* ini berhasil menjembatani kesenjangan antara teori (validitas ahli) dan praktik (kemudahan penggunaan oleh siswa), yang merupakan fondasi penting sebelum uji *efektivitas*. Namun, perlu diakui bahwa penelitian ini memiliki keterbatasan *fundamental* karena baru menyelesaikan tiga dari empat tahap *model 4D* (belum sampai tahap *Disseminate*) dan hanya mengukur *validitas* serta *praktikalitas*, bukan *dampak nyata* terhadap hasil belajar. Oleh karena itu, penelitian di masa depan sangat disarankan untuk melanjutkan ke tahap *implementasi* dengan menggunakan desain *quasi-experimental*. Studi *komparatif* dengan *kelompok kontrol* mutlak diperlukan untuk mengukur secara *kuantitatif efektivitas e-LKPD PBL* ini terhadap peningkatan penguasaan konsep, motivasi, dan keterampilan berpikir kritis siswa dibandingkan dengan metode *konvensional*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, O., et al. (2025). PBL dengan diferensiasi untuk meningkatkan hasil belajar kimia di kelas XI SMA. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 928. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5721>
- Andrianti, T., & Widiyono, A. (2025). Pengembangan bahan ajar berbasis e-books terhadap hasil belajar IPA materi perubahan wujud benda siswa di sekolah dasar. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 617. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5003>

- Apmiyanti, T., & Yerimadesi, Y. (2024). Validitas dan praktikalitas e-LKPD interaktif berbasis guided discovery learning berbantuan liveworksheet pada materi hidrokarbon untuk fase F SMA. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(4), 431. <https://doi.org/10.51878/science.v4i4.3492>
- Ariyana, Y., et al. (2019). *Buku pegangan pembelajaran berorientasi pada keterampilan tingkat tinggi*. Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. <https://repositori.kemdikbud.go.id/21448/1/buku-pegangan-pembelajaran-berorientasi-pada-keterampilan-tingkat-tinggi.pdf>
- Atana, Y., & Ansori, I. (2025). Analisis implementasi kurikulum merdeka melalui model project based learning (PjBL) dalam pembelajaran IPAS kelas V SD Negeri 4 Gumiwang. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1487. <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6929>
- Ayirahma, R. M., & Muchlis, M. (2023). Pengembangan e-LKPD berorientasi model PBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi asam basa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 4(6), 680. <https://doi.org/10.59141/japendi.v4i6.1961>
- Chen, J., et al. (2020). Forms of implementation and challenges of PBL in engineering education: A review of literature. *European Journal of Engineering Education*, 46(1), 90. <https://doi.org/10.1080/03043797.2020.1718615>
- Fadillah, M., & Yerimadesi, Y. (2024). Validitas dan praktikalitas media pembelajaran e-komik interaktif materi hidrokarbon untuk fase E SMK. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 4(4), 367. <https://doi.org/10.51878/science.v4i4.3496>
- Guerra, A., et al. (2017). *PBL, social progress and sustainability*. Technical University of Denmark. <https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=aa&id=aa-ebf6ffeb-220d-447a-9303-6a93f6633066&ti=PBL%20Social%20Progress%20and%20Sustainability>
- Guerra, A., et al. (2020). *Educate for the future: PBL, sustainability and digitalisation 2020* (p. 618). Technical University of Denmark. <https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=aa&id=aa-6b929b3c-30d8-4286-a083-4ab774e536c1&ti=Educate%20for%20the%20future%20%3A%20PBL%2C%20Sustainability%20and%20Digitalisation%202020>
- Husna, N. A. U., et al. (2025). Pengembangan e-LKPD pembelajaran berdiferensiasi berdasarkan kesiapan belajar pada materi kekongruenan dan kesebangunan. *Kognitif Jurnal Riset HOTS Pendidikan Matematika*, 5(2), 670. <https://doi.org/10.51574/kognitif.v5i2.2637>
- Kofoed, L. B., et al. (2018). *Integrating courses and project work to support PBL: A conceptual design for changing curriculum structure* (p. 260). Research Portal Denmark. <https://local.forskningsportal.dk/local/dki-cgi/ws/cris-link?src=aa&id=aa-d9f7586a-73e4-4198-8b35-47a912373964&ti=Integrating%20Courses%20and%20Project%20Work%20to%20support%20PBL%20%3A%20a%20conceptual%20design%20for%20changing%20curriculum%20structure>
- Mairani U., et al. (2022). Pengembangan lembar kerja peserta didik elektronik (e-LKPD) berbasis problem based learning (PBL) pada materi hidrokarbon. *Jurnal Education and Development*, 10(3). <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/JED/article/view/13768>
- Marchelina, S., & Yerimadesi, Y. (2024). Validitas dan praktikalitas modul bentuk molekul berbasis project based learning terintegrasi augmented reality untuk fase F SMA.

SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA, 4(4), 410.
<https://doi.org/10.51878/science.v4i4.3429>

- Masardi, D. A. (2025). Penerapan model pembelajaran problem based learning berbantuan media interaktif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar IPAS peserta didik kelas 5 SDN Gogodalem 1. *SOCIAL Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(3), 941. <https://doi.org/10.51878/social.v5i3.6865>
- Maulani, J., et al. (2022). Pengembangan LKPD berbantuan Liveworksheet untuk meningkatkan pemahaman konsep IPA siswa kelas IV SD. *Jurnal Profesi Pendidikan*, 1(2), 106. <https://doi.org/10.22460/jpp.v1i2.11613>
- Milinia, I. G. A. K., et al. (2025). Pengaruh model pembelajaran group investigation (GI) berbantuan lembar kerja peserta didik (LKPD) terhadap motivasi belajar ilmu pengetahuan alam dan sosial (IPAS) siswa sekolah dasar. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1126. <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.6662>
- Monica, I., et al. (2023). Pengembangan e-LKPD berbasis problem based learning pada materi hukum-hukum dasar kimia. *Alotrop*, 7(1), 37–38. <https://doi.org/10.33369/alo.v7i1.28231>
- Oktaria, S., et al. (2025). Analisis kebutuhan pengembangan multimedia interaktif berbantuan Canva untuk meningkatkan hasil belajar siswa materi struktur lapisan bumi kelas VIII. *SOCIAL Jurnal Inovasi Pendidikan IPS*, 5(1), 210. <https://doi.org/10.51878/social.v5i1.4888>
- Purnawanto, A. T. (2022). Implementasi profil pelajar Pancasila dalam pembelajaran kurikulum merdeka. *Jurnal Ilmiah Pedagogy*, 21(1), 79–80. <https://doi.org/10.30605/pedagogy.v21i1.1643>
- Raharjo, R. (2020). Analisis perkembangan kurikulum PPKn: Dari rentjana pelajaran 1947 sampai dengan merdeka belajar 2020. *PKn Progresif*, 15(1), 78. <https://doi.org/10.20961/pknp.v15i1.44901>
- Rozi, F. A., & Utami, L. (2023). Inovasi pembuatan lembar kerja peserta didik elektronik (E-LKPD) menggunakan Liveworksheet. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 2(2). <https://doi.org/10.32938/jcei.v2i2.4140>
- Tasmayanti, L., et al. (2025). Analisis kebutuhan pengembangan multimedia pembelajaran interaktif berbantuan Canva pada materi jaring-jaring makanan di sekolah dasar. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 648. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5223>
- Tumirah, T., et al. (2025). Integrasi pendekatan teaching at the right level (TARL) dan culturally responsive teaching (CRT) melalui model PBL untuk meningkatkan aktivitas dan hasil belajar siswa pada materi sifat larutan garam. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(3), 1340. <https://doi.org/10.51878/science.v5i3.5654>
- Ye, W., & Zhong, W. (2023). Research on the application of PBL in the study travel of China. *Lecture Notes in Education Psychology and Public Media*, 2(1), 896. <https://doi.org/10.54254/2753-7048/2/2022569>
- Yuliana, Y., et al. (2025). Analisis potensi kebutuhan pengembangan video animasi konsep jaring-jaring makanan berbasis Canva pada pelajaran IPAS kelas V SD. *SCIENCE Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 5(2), 797. <https://doi.org/10.51878/science.v5i2.5227>