



Pengembangan Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD) Berbasis Deep Learning pada Materi Lingkaran Kelas XI

Devita Nanda Oktavia¹, Abd. Basir Abbas², Safrudiannur³, Tri Widyasari⁴

^{1,2,3,4}Pendidikan Matematika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

Email: ¹devitananda2510@gmail.com, ²abd.basir@fkip.unmul.ac.id, ³safrudiannur@fkip.unmul.ac.id, ⁴triwidyasari@fkip.unmul.ac.id

Informasi Artikel

Submitted: 30-03-2026

Accepted: 13-04-2026

Published: 15-07-2026

Keywords:

*Development
Student Worksheet (LKPD)
Deep Learning
Circle Material*

Abstract

This development research was motivated by problems in mathematics learning at SMA Negeri 5 Samarinda, which is still dominated by formula memorization (surface learning), resulting in students' limited conceptual understanding, particularly on circle material. This study aimed to determine the development process of deep learning-based student worksheets (LKPD) on circle material and to identify the validity and practicality level of the developed LKPD. This research employed the Research and Development (R&D) method using the 4D model, which consists of the Define, Design, Develop, and Disseminate stages. The instruments used included validation sheets from material experts and media experts, as well as practicality questionnaires completed by teachers and students. The data were analyzed using the Aiken's V index. The results showed that the LKPD was developed through needs and curriculum analysis, design integrating the deep learning framework, validation, revision, and field testing. The LKPD was declared valid by experts with an average Aiken's V index of 0.798 (valid category) and highly practical by teachers and students with an average Aiken's V index of 0.968 (very valid category). Therefore, the developed deep learning-based LKPD is feasible and highly practical for use in mathematics learning on circle material for Grade XI.

Abstrak

Penelitian pengembangan ini dilatarbelakangi oleh permasalahan pembelajaran matematika di SMA Negeri 5 Samarinda yang masih didominasi oleh hafalan rumus (*surface learning*) sehingga pemahaman konseptual peserta didik, khususnya pada materi lingkaran, menjadi kurang mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengembangan LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran, dan mengetahui tingkat validitas dan kepraktisan LKPD yang dikembangkan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* dengan model 4D yang meliputi tahap *Define*, *Design*, *Develop*, dan *Disseminate*. Instrumen yang digunakan meliputi lembar validasi ahli materi dan ahli media, serta angket kepraktisan oleh guru dan peserta didik. Data dianalisis menggunakan indeks Aiken-V. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LKPD dikembangkan melalui analisis kebutuhan dan kurikulum, perancangan yang mengintegrasikan kerangka *deep learning*, validasi, revisi, hingga uji coba. LKPD ini dinyatakan valid oleh para ahli dengan rata-rata indeks Aiken-V sebesar 0,798 (kategori valid), dan sangat praktis oleh guru serta peserta didik dengan rata-rata indeks Aiken-V sebesar 0,968 (kategori sangat valid). Dengan demikian, LKPD berbasis *deep learning* yang dikembangkan layak dan sangat praktis untuk digunakan dalam pembelajaran matematika pada materi lingkaran kelas XI.

Kata Kunci: Pengembangan, LKPD, *Deep Learning*, Materi Lingkaran.

1. PENDAHULUAN

Pendidikan telah berevolusi menjadi instrumen strategis untuk membentuk sumber daya manusia yang terampil, inovatif, dan adaptif, melampaui fungsi awalnya yang hanya sebagai pemberi ilmu. Keberhasilan proses pendidikan ini sangat bergantung pada perancangan dan pelaksanaan kurikulum di semua tingkat pendidikan, mengingat hubungan tak terpisahkan antara kurikulum dengan tujuan pendidikan [1]. Kurikulum berfungsi sebagai inti dari proses pendidikan dengan peran sentral dalam memandu arah sekaligus memenuhi tuntutan era. Posisinya yang strategis menuntutnya untuk terus dievaluasi dan disempurnakan agar bersifat dinamis. Perubahan ini bukan tanpa alasan, melainkan didorong oleh faktor-faktor tertentu yang harus menyesuaikan diri dengan kebutuhan dan tantangan zaman yang kian kompleks serta selalu berubah [2]. Kurikulum Merdeka hadir sebagai solusi untuk menjawab berbagai tantangan pendidikan yang semakin kompleks dengan menciptakan ruang belajar yang fleksibel yang memusatkan perhatian pada topik-topik kunci untuk penguatan karakter [3]. Fleksibilitas ini selaras dengan prinsip *deep learning* yang mendorong peserta didik untuk berpartisipasi secara aktif dan menemukan makna dalam pembelajarannya [4].

Pembelajaran matematika merupakan ilmu yang sangat penting dan tidak dapat dihindari karena berperan dalam menunjang berbagai aspek kehidupan [5]. Secara keseluruhan, pembelajaran matematika adalah proses yang kompleks yang bertujuan untuk mengembangkan pemahaman, keterampilan, dan sikap peserta didik terhadap matematika [6]. Namun, berdasarkan observasi dan wawancara selama pelaksanaan KKN PLP AM 51 di SMA Negeri 5 Samarinda, penulis menghadapi beberapa kendala dalam proses pembelajaran. Salah satu tantangan utama adalah kecenderungan peserta didik yang masih terfokus pada pendekatan *surface learning*, yaitu menghafal fakta dan rumus tanpa memahami hubungan antar konsep, dengan orientasi utama terhadap penghafalan rumus dan penyelesaian soal-soal secara mekanistik [7]. Guru matematika di sekolah tersebut mengkonfirmasi bahwa pemahaman konseptual dan kontekstual peserta didik masih perlu ditingkatkan secara signifikan.

Materi lingkaran memiliki karakteristik yang secara spesifik rentan terhadap *surface learning*. Berdasarkan hasil wawancara mendalam dengan Ibu Hj. Erni Diana Nur Agus, S.Pd., M.M., selaku guru matematika kelas XI SMA Negeri 5 Samarinda, kesulitan utama siswa terletak pada tiga hal. Pertama, pemahaman hubungan antara sudut pusat dan sudut keliling. Siswa cenderung menghafal rumus " $\text{sudut pusat} = 2 \times \text{sudut keliling}$ " tanpa memahami syarat bahwa kedua sudut harus menghadap busur yang sama. Ketika diberikan soal dengan gambar yang sedikit berbeda, siswa langsung mengalami kebingungan. Kedua, penerapan rumus panjang busur dan luas juring. Siswa menghafal rumus $\frac{\alpha}{360^\circ} \times 2\pi r$ tanpa memahami mengapa menggunakan perbandingan sudut pusat terhadap 360° . Akibatnya, ketika diminta menjelaskan konsep di balik rumus tersebut, siswa tidak mampu menjawab. Ketiga, visualisasi unsur-unsur lingkaran seperti apotema, tembereng, dan juring. Pembelajaran yang selama ini bersifat abstrak tanpa alat peraga yang memadai membuat siswa kesulitan membayangkan dan membedakan unsur-unsur tersebut. Miskonsepsi yang sering muncul adalah siswa menganggap apotema sama dengan jari-jari, atau tembereng sama dengan juring. Karakteristik materi lingkaran yang penuh dengan hubungan antar unsur dan teorema menjadikan pendekatan *deep learning* sebagai solusi paling mutlak, karena pendekatan ini menekankan pemahaman konseptual melalui eksplorasi, pembuktian langsung, dan koneksi antar konsep secara mendalam [12][13][14].

Untuk mewujudkan suasana belajar yang menarik dan mendalam, diperlukan perangkat ajar yang interaktif dan inspiratif. Salah satu instrumen pembelajaran yang umum dimanfaatkan oleh pendidik adalah Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD). LKPD merupakan bahan ajar dalam bentuk cetakan yang tersusun atas beberapa halaman, yang isinya mencakup uraian informasi, rangkuman, serta panduan untuk mengerjakan aktivitas belajar yang harus diselesaikan peserta didik guna menguasai kompetensi inti yang telah ditentukan [8][9]. Sebagai salah satu bahan ajar dan sumber belajar, keberadaan LKPD memiliki peran yang sangat penting sebagai penunjang dalam membantu peserta didik meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan sikap secara mandiri [10]. Tujuan penggunaan LKPD dalam proses pembelajaran adalah untuk memperkuat dan menunjang pembelajaran dalam tercapainya indikator serta kompetensi yang sesuai dengan kurikulum [11].

Pendekatan *deep learning* dalam pendidikan menekankan pada pemahaman konseptual yang menyeluruh, lengkap, luas, pengolahan informasi secara mendalam, serta kemampuan menerapkan pengetahuan dalam konteks yang baru. Berbeda dengan *surface learning* yang berfokus pada hafalan dan pengulangan materi tanpa pemahaman mendalam, *deep learning* mendorong peserta didik untuk menghubungkan pengetahuan baru dengan pemahaman yang sudah dimiliki, secara aktif mengonstruksi makna, dan merefleksikan seluruh proses beserta hasil belajarnya [12]. Pendekatan *deep learning* bertujuan untuk mengubah metode

pembelajaran dari pola menghafal menjadi proses pemahaman dan perenungan materi secara mendalam. Pendekatan ini tidak hanya membantu peserta didik dalam menguasai materi pelajaran, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, serta keterampilan pemecahan masalah. Secara umum, pembelajaran mendalam merupakan pendekatan yang memusatkan perhatian pada pemahaman konseptual dan penerapan pengetahuan secara analitis, serta berupaya menciptakan lingkungan belajar yang positif, bermakna, dan menyenangkan [13][14].

Penelitian ini didukung oleh temuan Ananda Chosya [16] yang mengembangkan LKPD berbasis *deep learning* untuk meningkatkan *Higher-Order Thinking Skills* (HOTS) siswa Madrasah Ibtidaiyah kelas IV pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Sosial. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa LKPD berbasis *deep learning* dinyatakan valid, praktis, dan cukup efektif untuk digunakan. Kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada tiga hal yang membedakannya dari penelitian sebelumnya. Pertama, penelitian ini mengimplementasikan pendekatan *deep learning* pada mata pelajaran matematika, khususnya materi lingkaran kelas XI yang penuh dengan teorema geometri dan hubungan spasial yang kompleks, berbeda dengan penelitian sebelumnya yang pada mata pelajaran IPS di tingkat Madrasah Ibtidaiyah. Kedua, LKPD yang dikembangkan mengintegrasikan teknologi GeoGebra untuk visualisasi dinamis unsur-unsur lingkaran dan hubungan sudut pusat-sudut keliling, serta Google Formulir untuk refleksi akhir pembelajaran, yang belum ada pada penelitian sebelumnya. Ketiga, LKPD ini dirancang dengan sintaks spesifik yang menerjemahkan tiga tahap pengalaman belajar *deep learning* (memahami, mengaplikasi, merefleksi) ke dalam aktivitas terstruktur yaitu eksplorasi awal melalui masalah kontekstual berbasis roda lingkaran dan taman berbentuk lingkaran, kegiatan pengukuran langsung menggunakan busur derajat dan pembuktian teorema, serta refleksi akhir melalui kode QR yang terhubung ke Google Formulir untuk menilai pemahaman siswa secara mandiri.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses pengembangan LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran kelas XI SMA Negeri 5 Samarinda, dan mengetahui tingkat validitas dan kepraktisan LKPD yang dikembangkan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and Development*) menggunakan model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan dan Semmel (1974) [17]. Model ini dipilih karena kemampuannya menghasilkan produk yang fungsional, tervalidasi, dan siap diterapkan dalam pembelajaran. Keunggulan model 4D terletak pada penekanannya terhadap proses validasi dan uji coba produk sebelum disebarluaskan. Tahap *define* memfasilitasi pemahaman menyeluruh terhadap kebutuhan pembelajaran, sementara tahap *disseminate* menjamin produk dapat diadaptasi dalam beragam konteks. Dibandingkan model Dick and Carey yang lebih rumit, pendekatan 4D menawarkan efisiensi proses pengembangan yang signifikan [17].

Subjek dalam penelitian ini meliputi dua kelompok utama untuk keperluan validasi dan uji kepraktisan. Kelompok pertama merupakan validator yang terdiri dari ahli materi dan ahli media. Ahli materi adalah Bapak Petrus Fendiyanto, S.Pd., M.Si., dosen Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Mulawarman. Ahli media adalah Bapak Achmad Muhtadin, S.Pd., M.Pd., dosen Program Studi Pendidikan Matematika Universitas Mulawarman. Kelompok kedua terdiri dari guru matematika dan peserta didik sebagai responden uji kepraktisan. Guru praktisi adalah Ibu Hj. Erni Diana Nur Agus, S.Pd., M.M., guru mata pelajaran matematika kelas XI SMA Negeri 5 Samarinda. Adapun peserta didik yang menjadi subjek uji coba adalah 33 orang siswa kelas XI-1 SMA Negeri 5 Samarinda. Objek penelitian ini adalah LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran yang sedang dikembangkan.

Prosedur pengembangan mengikuti empat tahap. Tahap *Define* (Pendefinisian) meliputi analisis kebutuhan melalui wawancara dengan guru matematika kelas XI dan observasi selama KKN PLP AM 51, serta analisis kurikulum untuk menetapkan Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) materi lingkaran berdasarkan Kurikulum Merdeka. Tahap *Design* (Perancangan) meliputi pemilihan format LKPD dan pembuatan rancangan awal (desain awal) yang mengintegrasikan kerangka *deep learning* dari Kemendikdasmen (2025) [21]. Tahap *Develop* (Pengembangan) meliputi: (a) pembuatan LKPD menggunakan platform Canva untuk desain tampilan, GeoGebra untuk ilustrasi gambar lingkaran, dan Google Formulir untuk media refleksi; (b) validasi oleh ahli materi dan ahli media menggunakan skala Likert 1-4; (c) revisi produk berdasarkan saran dan masukan validator; dan (d) uji coba kepraktisan oleh guru praktisi dan peserta didik. Tahap *Disseminate* (Penyebarluasan) dilakukan dengan menyerahkan produk akhir dalam bentuk PDF kepada SMA Negeri 5 Samarinda untuk dapat dicetak dan digunakan dalam pembelajaran.

Instrumen penelitian yang digunakan terdiri atas tiga jenis. Pertama, instrumen validasi ahli materi, mencakup tiga aspek penilaian: (a) kelayakan isi (kesesuaian materi dengan CP/TP, kebenaran konsep, kejelasan materi); (b) kebahasaan (tata bahasa yang tepat, komunikatif, konsistensi penggunaan kata); dan (c) pengembangan LKPD berbasis *deep learning* yang mencakup kesesuaian dengan prinsip *meaningful learning* (keterhubungan konseptual dengan kehidupan sehari-hari), *mindful learning* (kesadaran dalam proses belajar, refleksi), dan *joyful learning* (suasana belajar menyenangkan, antusiasme). Kedua, instrumen validasi ahli media, mencakup dua aspek penilaian: (a) desain *cover* LKPD (komposisi warna, ilustrasi, ukuran huruf); dan (b) desain isi LKPD (tata letak, ketepatan gambar, susunan teks, kesesuaian ukuran tulisan, serta kesesuaian dengan langkah-langkah pendekatan *deep learning*). Ketiga, angket kepraktisan untuk guru dan peserta didik. Untuk guru praktisi, aspek yang dinilai meliputi tampilan (desain menarik, keterbacaan, kejelasan gambar), isi (permasalahan kontekstual, membantu pemahaman, meningkatkan antusiasme, keaktifan siswa), dan bahasa (kemudahan pemahaman kalimat). Untuk peserta didik, aspek yang dinilai meliputi tampilan, isi, keterbacaan, kebermanfaatan, dan respon terhadap pembelajaran.

Teknik analisis data menggunakan pendekatan gabungan kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif diperoleh dari hasil wawancara, observasi, serta komentar dan saran dari validator. Data kuantitatif dianalisis menggunakan indeks Aiken's V dengan rumus:

$$V = \frac{\sum s}{n(c - 1)}$$

Keterangan: V = indeks validitas butir, s = skor yang diberikan validator dikurangi skor paling rendah (skor - 1), n = banyaknya validator, c = banyaknya kriteria penskoran yang dapat dipilih oleh validator (dalam penelitian ini c = 4) [18]. Kriteria interpretasi yang digunakan adalah: $V > 0,8$ (sangat valid/sangat praktis), $0,4 < V \leq 0,8$ (valid/praktis), dan $V \leq 0,4$ (kurang valid/kurang praktis) [19].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Produk yang dihasilkan dari penelitian ini adalah LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran untuk siswa kelas XI SMA. Hasil penelitian ini sesuai dengan kerangka penelitian dan pengembangannya menggunakan model 4D yang terdiri dari empat tahap.

3.1.1 Tahap *Define* (Pendefinisian)

Tahap pendefinisian merupakan langkah awal dalam pengembangan LKPD. Pada tahap ini, dilakukan analisis kebutuhan dan analisis kurikulum yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran matematika di kelas XI SMA Negeri 5 Samarinda.

Berdasarkan pengalaman selama KKN PLP AM 51, teridentifikasi permasalahan utama dalam pembelajaran matematika di kelas XI, yakni dominasi pendekatan *surface learning*. Peserta didik lebih cenderung menghafal rumus tanpa memahami makna serta penerapan konsep dalam kehidupan sehari-hari. Temuan ini diperkuat melalui wawancara dengan Ibu Hj. Erni Diana Nur Agus, S.Pd., M.M., selaku salah satu guru matematika kelas XI, yang menyatakan bahwa pemahaman konseptual dan kontekstual peserta didik masih perlu ditingkatkan. Guru tersebut juga menyatakan bahwa selama ini pembelajaran lebih banyak menggunakan metode ceramah dan buku paket konvensional tanpa menggunakan LKPD. Oleh karena itu, diperlukan solusi berupa pembelajaran yang menyenangkan dan didukung oleh perangkat ajar interaktif seperti LKPD, yang mampu mendorong pemahaman secara konseptual dan kontekstual.

Analisis kurikulum dilakukan dengan mencermati karakteristik kurikulum yang berlaku di sekolah, mengidentifikasi capaian pembelajaran (CP) dan tujuan pembelajaran (TP), serta menentukan materi matematika yang akan dikembangkan dalam LKPD. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa SMA Negeri 5 Samarinda telah menerapkan Kurikulum Merdeka. Merujuk pada kurikulum tersebut, dirumuskan CP untuk materi lingkaran di kelas XI pada elemen geometri: "Di akhir fase F, peserta didik dapat menerapkan teorema tentang lingkaran, dan menentukan panjang busur dan luas juring lingkaran untuk menyelesaikan masalah terkait." Berdasarkan CP tersebut, dirumuskan TP untuk dua kali pertemuan. Pertemuan pertama: (1) peserta didik dapat menentukan unsur-unsur lingkaran dengan benar; (2) peserta didik dapat menentukan hubungan antara besar sudut pusat dan sudut keliling yang menghadap busur yang sama; (3) peserta didik dapat membuktikan sifat-sifat sudut keliling lingkaran dengan benar. Pertemuan kedua: (1) peserta didik dapat menentukan hubungan antara hasil kali diagonal dengan jumlah hasil kali pasangan sisi berhadapan pada segiempat tali busur dengan benar; (2) peserta didik dapat menentukan

hubungan antara besar sudut pusat dengan panjang busur dengan benar; (3) peserta didik dapat menentukan hubungan antara besar sudut pusat dengan luas juring dengan benar.

3.1.2 Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap perancangan dalam pengembangan LKPD berbasis *deep learning* ini terdiri dari dua bagian, yaitu pemilihan format dan pembuatan rancangan awal.

Dalam pengembangan LKPD berbasis *deep learning*, pemilihan format mengacu pada temuan analisis sebelumnya. Adapun komponen yang dimuat dalam LKPD ini terdiri atas *cover*, CP, TP, dimensi profil lulusan, panduan pengerjaan, materi singkat, serta tiga kegiatan terstruktur yang dirancang untuk dikerjakan peserta didik secara berkelompok.

Lalu, disusun rancangan awal LKPD yang mengacu pada format yang telah ditetapkan. Rancangan awal memuat *cover* dengan judul "LKPD Berbasis *Deep Learning* pada Materi Lingkaran Kelas XI", halaman CP, TP, dan dimensi profil lulusan, halaman panduan pengerjaan yang berisi 10 langkah pengerjaan dan daftar alat bahan, halaman materi singkat tentang pengertian lingkaran dan unsur-unsurnya, serta halaman kegiatan 1, 2, dan 3.

Integrasi pendekatan *deep learning* dalam LKPD dijabarkan secara rinci pada Tabel 1. Integrasi ini mencakup empat komponen utama kerangka *deep learning* dari Kemendikdasmen (2025), yaitu pengalaman belajar (memahami, mengaplikasi, merefleksi), prinsip pembelajaran (*meaningful learning*, *mindful learning*, *joyful learning*), dimensi profil lulusan (penalaran kritis, kolaborasi, kemandirian, kreativitas, komunikasi), dan kerangka pembelajaran (praktik pedagogis eksploratif, lingkungan belajar kolaboratif, pemanfaatan teknologi digital).

Tabel 1. Integrasi Pendekatan *Deep Learning* pada LKPD

Aspek	Unsur <i>Deep Learning</i>	Implementasi dalam LKPD
Pengalaman Belajar	Memahami	Mengamati masalah kontekstual (roda lingkaran, taman berbentuk lingkaran), membaca materi singkat, mengidentifikasi unsur-unsur lingkaran
	Mengaplikasi	Mengukur sudut menggunakan busur derajat, menghitung panjang busur dan luas juring, membuktikan teorema Thales, menggambar lingkaran dengan jangka
	Merefleksi	Menyimpulkan hasil setiap kegiatan, mengisi refleksi akhir melalui kode QR yang terhubung ke Google Formulir
Prinsip <i>Deep Learning</i>	<i>Meaningful learning</i>	Masalah yang diberikan dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari (roda kendaraan, taman kota, jam dinding), siswa diajak menghubungkan konsep baru dengan pengalaman nyata
	<i>Mindful learning</i>	Aktivitas pengukuran sudut secara langsung, pengamatan pola hubungan sudut pusat dan sudut keliling, pembuktian teorema melalui eksperimen mandiri, refleksi metakognitif
	<i>Joyful learning</i>	Diskusi kelompok, presentasi hasil di depan kelas, eksplorasi menggunakan GeoGebra, suasana belajar yang positif dan kolaboratif
Dimensi Profil Lulusan	Penalaran Kritis	Menemukan pola hubungan sudut pusat dan sudut keliling, menganalisis data hasil pengukuran, membuktikan teorema
	Kolaborasi	Diskusi kelompok dalam menyelesaikan setiap kegiatan, berbagi tugas dalam pengukuran dan pencatatan
	Kemandirian	Pengelolaan waktu dan pembagian tugas dalam kelompok, tanggung jawab menyelesaikan LKPD
	Kreativitas	Eksplorasi gambar lingkaran dengan berbagai variasi jari-jari dan sudut, membuat ilustrasi sendiri
	Komunikasi	Presentasi hasil diskusi di depan kelas, menyampaikan ide dan argumentasi

Kerangka Pembelajaran	Praktik Pedagogis	Model pembelajaran eksploratif dan inkuiri, pendekatan saintifik dengan aktivitas mengamati, menanya, mencoba, menalar, mengomunikasikan
	Lingkungan Belajar	Suasana kelas yang kolaboratif, siswa duduk berkelompok, guru berperan sebagai fasilitator
	Pemanfaatan Digital	Kode QR untuk refleksi akhir, GeoGebra untuk visualisasi dinamis lingkaran, Google Formulir untuk mengumpulkan hasil refleksi
	Kemitraan Pembelajaran	Masalah kontekstual yang mengaitkan dengan dunia nyata (roda, taman, arsitektur)

3.1.3 Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap pengembangan dalam penelitian ini terdiri atas tiga kegiatan utama, yaitu pembuatan LKPD, validasi oleh para ahli, dan uji coba kepraktisan.

LKPD berbasis *deep learning* ini disusun berdasarkan rancangan awal yang telah ditetapkan. LKPD dikembangkan dengan bantuan berbagai platform pendukung. Canva digunakan untuk mendesain tampilan LKPD secara profesional dengan warna-warna yang menarik dan tata letak yang sistematis. GeoGebra digunakan untuk membuat ilustrasi gambar lingkaran yang akurat, termasuk unsur-unsur lingkaran, sudut pusat, sudut keliling, dan busur lingkaran. Google Formulir digunakan sebagai media refleksi akhir pembelajaran, di mana siswa dapat mengaksesnya melalui kode QR yang tercetak pada LKPD. Hasil akhir LKPD memiliki spesifikasi: *cover* dengan judul "LKPD Berbasis *Deep Learning*" dan subjudul "Materi Lingkaran" dilengkapi kolom identitas kelompok; halaman CP, TP, dan dimensi profil lulusan; halaman panduan pengerjaan dengan 10 langkah sistematis; halaman materi singkat tentang pengertian dan unsur-unsur lingkaran; serta tiga halaman kegiatan utama. Kegiatan 1 berisi eksplorasi awal tentang roda lingkaran, identifikasi unsur lingkaran, dan soal kontekstual tentang taman berbentuk lingkaran. Kegiatan 2 berisi eksplorasi hubungan sudut pusat dan sudut keliling melalui pengukuran langsung menggunakan busur derajat. Kegiatan 3 berisi pembuktian Teorema Thales dan sifat sudut keliling yang menghadap busur yang sama.

Validasi materi pada LKPD dilakukan oleh Bapak Petrus Fendiyanto, S.Pd., M.Si., selaku dosen Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Mulawarman. Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa pada aspek kelayakan isi diperoleh indeks Aiken-V sebesar 0,800 (kategori valid). Pada aspek kebahasaan diperoleh indeks sebesar 0,778 (kategori valid). Pada aspek pengembangan LKPD berbasis *deep learning* diperoleh indeks sebesar 0,800 (kategori valid). Secara keseluruhan, rata-rata indeks Aiken-V yang diperoleh dari ahli materi adalah sebesar 0,793 dengan kategori "Valid". Meskipun produk telah dinyatakan valid, ahli materi memberikan beberapa saran perbaikan: (1) materi pada LKPD diringkas agar lebih fokus pada inti pembahasan; (2) gambar-gambar yang disajikan dibuat menggunakan GeoGebra untuk mendukung visualisasi yang lebih akurat; (3) pada kegiatan "Mari kita Amati" dikaitkan dengan situasi sehari-hari yang benar-benar dekat dengan pengalaman peserta didik; (4) permasalahan sehari-hari pada kegiatan ke-3 di LKPD pertama dihapus karena terkesan terlalu memaksa, sehingga peserta didik langsung diarahkan untuk menggambar dan melakukan pembuktian.

Validasi media pada LKPD dilakukan oleh Bapak Achmad Muhtadin, S.Pd., M.Pd., selaku dosen Program Studi Pendidikan Matematika, Universitas Mulawarman. Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa pada aspek desain *cover* LKPD diperoleh indeks Aiken-V sebesar 0,750 (kategori valid). Pada aspek desain isi LKPD diperoleh indeks sebesar 0,857 (kategori sangat valid). Secara keseluruhan, rata-rata indeks Aiken-V yang diperoleh dari ahli media adalah sebesar 0,804 dengan kategori "Sangat Valid". Saran perbaikan dari ahli media meliputi: (1) *cover* LKPD diperbarui dengan menambahkan berbagai objek berbentuk lingkaran dari kehidupan sehari-hari dengan warna yang berbeda agar tidak menyatu dengan warna *cover*; (2) ditambahkan ilustrasi satu siswa perempuan dan satu siswa laki-laki; (3) peta konsep dalam LKPD disusun ulang agar lebih sederhana dan mudah dipahami; (4) pada pojok kanan atas dan kiri atas setiap halaman ditambahkan berbagai objek berbentuk lingkaran yang sering ditemui dalam kehidupan sehari-hari; (5) elemen ilustrasi orang dikonsistenkan penggunaannya dari awal hingga akhir LKPD.

Berdasarkan hasil penilaian dari ahli materi dan ahli media, rata-rata indeks Aiken-V yang diperoleh adalah sebesar 0,798 dengan kategori "Valid". Dengan demikian, LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran kelas XI dinyatakan valid dan layak digunakan dalam pembelajaran.

Uji kepraktisan guru dilakukan oleh Ibu Hj. Erni Diana Nur Agus, S.Pd., M.M., selaku guru mata pelajaran matematika kelas XI SMA Negeri 5 Samarinda. Aspek yang dinilai mencakup tampilan, isi, dan bahasa. Hasil penilaian menunjukkan bahwa seluruh aspek memperoleh indeks Aiken-V sebesar 1,000 dengan kategori "Sangat Valid". Guru praktisi memberikan komentar bahwa LKPD yang dikembangkan sangat baik, materi disajikan dengan jelas, dan kegiatan-kegiatannya mendorong siswa untuk berpikir aktif. Saran dari guru praktisi adalah agar kegiatan presentasi lebih diberi ruang dan alokasi waktu yang cukup.

Uji kepraktisan peserta didik dilakukan oleh 33 siswa kelas XI-1 SMA Negeri 5 Samarinda. Aspek yang dinilai mencakup tampilan, isi, bahasa, manfaat, dan respon. Hasil penilaian menunjukkan bahwa aspek tampilan memperoleh indeks Aiken-V sebesar 0,970 (sangat valid), aspek isi sebesar 0,934 (sangat valid), aspek bahasa sebesar 0,939 (sangat valid), aspek manfaat sebesar 0,939 (sangat valid), dan aspek respon sebesar 0,899 (sangat valid). Secara keseluruhan, rata-rata indeks Aiken-V yang diperoleh dari peserta didik adalah sebesar 0,936 dengan kategori "Sangat Valid". Peserta didik memberikan komentar positif seperti "LKPD-nya menarik, warnanya cerah, dan soalnya mudah dipahami" serta "membantu saya memahami materi lingkaran dengan lebih baik".

Berdasarkan hasil uji kepraktisan dari guru praktisi dan peserta didik, rata-rata indeks Aiken-V yang diperoleh adalah sebesar 0,968 dengan kategori "Sangat Valid". Dengan demikian, LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran kelas XI dinyatakan sangat praktis dan layak digunakan dalam pembelajaran.

3.1.4 Tahap *Disseminate* (Penyebarluasan)

Tahap penyebarluasan merupakan langkah terakhir dalam proses pengembangan LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran kelas XI. Pada tahap ini, peneliti menyebarkan LKPD yang telah dikembangkan ke SMA Negeri 5 Samarinda, yang menjadi lokasi penelitian, agar dapat digunakan oleh guru dalam kegiatan pembelajaran. LKPD disediakan dalam bentuk PDF yang dapat langsung dicetak oleh guru untuk dipakai peserta didik di kelas maupun dimanfaatkan secara lebih luas oleh sekolah.

3.2 Pembahasan

Penelitian pengembangan ini telah menghasilkan produk berupa LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran untuk siswa kelas XI SMA Negeri 5 Samarinda. Produk ini dikembangkan melalui model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) yang mengintegrasikan kerangka *deep learning* dari Kemendikdasmen (2025). Berdasarkan hasil analisis data, LKPD yang dikembangkan dinyatakan valid oleh para ahli dengan rata-rata indeks Aiken-V sebesar 0,798, dan sangat praktis oleh guru serta peserta didik dengan rata-rata indeks Aiken-V sebesar 0,968. Dengan demikian, LKPD berbasis *deep learning* ini telah memenuhi kriteria kelayakan sebagai bahan ajar dan sangat praktis untuk diimplementasikan dalam pembelajaran matematika pada materi lingkaran di kelas XI.

3.2.1 Analisis Kevalidan LKPD Berbasis *Deep Learning*

Tingkat validitas yang berada pada kategori "valid" (0,798) menunjukkan bahwa LKPD yang dikembangkan telah memenuhi standar kelayakan dari segi materi maupun media. Kevalidan ini tidak terlepas dari proses pengembangan yang sistematis, yang diawali dengan analisis kebutuhan dan analisis kurikulum secara mendalam. Peneliti menemukan bahwa pembelajaran matematika di SMA Negeri 5 Samarinda masih didominasi oleh pendekatan *surface learning* atau pembelajaran hafalan, sebagaimana dijelaskan oleh Hitzler et al. (2025) bahwa *surface learning* adalah pembelajaran yang berfokus pada hafalan dan pengulangan tanpa pemahaman mendalam [7]. Kondisi ini menjadi landasan perlunya pengembangan LKPD berbasis *deep learning* yang menekankan pada pemahaman konseptual yang menyeluruh.

Konsep *deep learning* dalam pendidikan, seperti yang dikemukakan oleh Suwandi et al. (2024) dan Mutmainnah et al. (2025), bertujuan untuk mengubah metode pembelajaran dari pola menghafal menjadi proses pemahaman dan perenungan materi secara mendalam, serta menciptakan lingkungan belajar yang positif, bermakna, dan menyenangkan [13][14]. Dengan berangkat dari permasalahan nyata di lapangan, LKPD yang dikembangkan dirancang untuk secara spesifik menjawab kebutuhan peserta didik akan pembelajaran yang bermakna, sehingga tidak mengherankan jika produk ini memperoleh penilaian valid dari para ahli.

Hasil validasi ahli materi menunjukkan bahwa aspek kelayakan isi memperoleh indeks 0,800. Hal ini berarti materi yang disajikan dalam LKPD telah sesuai dengan CP dan TP Kurikulum Merdeka, kebenaran konsep terjaga, dan materi pembelajaran disajikan secara sistematis. Aspek kebahasaan memperoleh indeks 0,778, yang menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan sudah komunikatif dan mudah dipahami oleh peserta

didik kelas XI, meskipun masih ada sedikit ruang perbaikan. Aspek pengembangan LKPD berbasis *deep learning* memperoleh indeks 0,800, yang mengindikasikan bahwa LKPD telah berhasil mengintegrasikan ketiga prinsip *deep learning: meaningful learning* (pembelajaran bermakna melalui masalah kontekstual), *mindful learning* (pembelajaran penuh kesadaran melalui aktivitas pengukuran dan pembuktian), dan *joyful learning* (pembelajaran menyenangkan melalui diskusi dan presentasi).

Hasil validasi ahli media menunjukkan bahwa aspek desain *cover* LKPD memperoleh indeks 0,750. Nilai ini sedikit lebih rendah dibanding aspek lainnya karena pada awal pengembangan, *cover* LKPD masih perlu penyempurnaan terkait komposisi warna dan ilustrasi yang lebih variatif. Setelah dilakukan revisi berdasarkan saran ahli media (penambahan objek lingkaran dari kehidupan sehari-hari, ilustrasi siswa laki-laki dan perempuan, serta konsistensi elemen ilustrasi), desain *cover* menjadi lebih menarik dan informatif. Aspek desain isi LKPD memperoleh indeks 0,857 dengan kategori sangat valid. Hal ini menunjukkan bahwa tata letak, keterbacaan tulisan, kejelasan gambar, dan kesesuaian unsur tata letak telah memenuhi standar media pembelajaran yang baik.

Hasil validasi yang baik ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ananda Chosya (2025) yang mengembangkan LKPD berbasis *deep learning* untuk meningkatkan HOTS siswa Madrasah Ibtidaiyah dan menyimpulkan bahwa produknya valid dan praktis untuk digunakan [16]. Selain itu, penelitian oleh Rahmadhani et al. (2024) dan Fitriana et al. (2024) dalam pengembangan LKPD berbasis etnomatematika juga menunjukkan bahwa produk yang dikembangkan dinyatakan valid oleh para ahli, yang menunjukkan bahwa proses validasi merupakan kunci utama dalam menghasilkan bahan ajar berkualitas [19][20].

3.2.2 Analisis Kepraktisan LKPD Berbasis *Deep Learning*

Tingkat kepraktisan yang sangat tinggi (0,968) mengindikasikan bahwa LKPD mudah digunakan, menarik, dan bermanfaat bagi guru dan peserta didik. Guru memberikan penilaian sempurna (1,00) pada seluruh aspek (tampilan, isi, dan bahasa), menunjukkan bahwa LKPD dinilai sangat sesuai untuk mengatasi permasalahan pembelajaran di kelas. Hal ini sejalan dengan pendapat Umbaryati (2016) yang menyatakan bahwa salah satu manfaat LKPD adalah berfungsi sebagai pedoman bagi pendidik dan peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran, sehingga interaksi antara guru dan peserta didik menjadi lebih terarah [15].

Peserta didik juga memberikan respons sangat positif dengan rata-rata 0,936. Aspek tampilan memperoleh skor tertinggi (0,970), yang menunjukkan bahwa desain LKPD yang menarik dengan warna cerah dan ilustrasi yang relevan berhasil meningkatkan minat dan motivasi belajar siswa. Hal ini sesuai dengan pendapat Prayoga et al. (2022) yang menyatakan bahwa LKPD memiliki peran penting dalam membantu peserta didik meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan sikap secara mandiri [10]. Aspek isi memperoleh skor 0,934, aspek bahasa 0,939, aspek manfaat 0,939, dan aspek respon 0,899. Skor-skor ini menunjukkan bahwa LKPD tidak hanya menarik secara visual, tetapi juga efektif dalam menyampaikan materi dan membantu siswa memahami konsep lingkaran secara lebih mendalam.

Hal ini mencerminkan bahwa pendekatan *deep learning* dengan aktivitas kontekstual (masalah roda lingkaran, taman berbentuk lingkaran), eksplorasi menggunakan GeoGebra, dan refleksi melalui kode QR berhasil menciptakan pengalaman belajar yang bermakna dan menyenangkan. Prinsip *meaningful learning* terlihat dari bagaimana siswa diajak menghubungkan konsep lingkaran dengan objek-objek nyata dalam kehidupan sehari-hari. Prinsip *joyful learning* terlihat dari suasana belajar yang kolaboratif dan menyenangkan melalui diskusi kelompok dan presentasi. Prinsip *mindful learning* terlihat dari aktivitas refleksi yang mengharuskan siswa merenungkan proses dan hasil belajar mereka.

3.2.3 Analisis Temuan Kritis: Kendala Penggunaan Alat Ukur Geometri

Di balik capaian validitas dan kepraktisan yang baik, selama proses uji coba pengembangan ditemukan sebuah kendala yang sangat penting untuk didiskusikan, yaitu masih terdapat peserta didik yang belum terampil dalam menggunakan alat ukur geometri seperti jangka dan busur derajat. Beberapa peserta didik kesulitan menggambar lingkaran dengan jari-jari tertentu dan mengukur besar sudut pusat serta sudut keliling secara akurat.

Kendala ini terjadi karena peserta didik belum terbiasa dengan aktivitas pembelajaran yang menuntut keterampilan prosedural fisik (psikomotorik) secara langsung. Selama ini, pembelajaran matematika di kelas lebih banyak berfokus pada pengerjaan soal-soal hitungan di atas kertas tanpa praktik mengukur dan menggambar. Akibatnya, ketika dihadapkan pada aktivitas yang membutuhkan keterampilan menggunakan alat ukur, peserta didik mengalami kesulitan.

Temuan ini dapat diperkuat sebagai argumen utama bahwa LKPD harus menjembatani keterampilan prosedural fisik (psikomotorik) sebelum memasuki pemahaman konseptual (kognitif). Dalam kerangka *deep learning*, terdapat tiga prinsip utama pembelajaran, yaitu *mindful learning*, *meaningful learning*, dan *joyful learning* [21]. Kendala yang dialami peserta didik menunjukkan bahwa aspek *mindful learning* belum sepenuhnya tercapai. Menurut Patmaniar et al. (2025) dan Arif et al. (2025), *mindful learning* melibatkan kesadaran penuh selama proses belajar mengajar, di mana peserta didik tidak hanya sekadar menerima informasi, tetapi secara aktif merefleksikan pemikiran mereka dan terlibat secara sadar dalam setiap tahapan pembelajaran, termasuk dalam aspek penggunaan alat [22]. Ketidakmampuan menggunakan jangka dan busur derajat secara tepat menunjukkan adanya celah dalam kesiapan peserta didik, sehingga kesadaran mereka dalam melakukan pengukuran dan pembuktian menjadi terhambat.

Padaahal, dalam kerangka *deep learning*, pengalaman belajar dirancang melalui tiga tahap yaitu memahami, mengaplikasikan, dan merefleksikan [21]. Tahap mengaplikasikan menuntut peserta didik untuk menggunakan pengetahuan yang telah dipahami dalam situasi nyata melalui kegiatan pemecahan masalah. Jika keterampilan dasar seperti menggunakan alat geometri tidak dikuasai, maka proses aplikasi konsep menjadi terganggu. Perhatian siswa akan terbagi antara mempelajari cara menggunakan alat dan memahami konsep yang sedang dipelajari, sehingga esensi dari *deep learning* itu sendiri dapat terkikis.

Temuan ini juga diperkuat oleh penelitian Choirudin et al. (2021) yang dalam pengembangan LKPD berbasis *problem solving* menemukan bahwa peserta didik memerlukan pengarahan ketika dihadapkan pada aktivitas yang menuntut keterampilan baru [23]. Penelitian Lase & Lase (2020) tentang LKPD berbasis PBL juga menekankan pentingnya kesiapan peserta didik dalam mengikuti setiap tahapan pembelajaran agar tujuan pembelajaran dapat tercapai secara optimal [11]. Kendala serupa juga ditemukan dalam penelitian Anggrayni & Saputra (2024) dan Sipangkar et al. (2024) yang juga mengembangkan LKPD berbasis PBL, di mana peserta didik membutuhkan waktu adaptasi ketika pertama kali diperkenalkan dengan aktivitas pembelajaran yang menuntut keterampilan baru [8][9].

Menghadapi kendala tersebut, peneliti melakukan pendampingan secara berkelompok. Peneliti memberikan bimbingan langsung dan demonstrasi ulang mengenai cara menggunakan jangka dan busur derajat kepada kelompok-kelompok yang mengalami kesulitan. Strategi ini terbukti efektif membantu peserta didik menyelesaikan kegiatan praktik dalam LKPD. Langkah ini sejalan dengan prinsip *joyful learning* dalam *deep learning*, di mana guru berperan sebagai fasilitator yang menciptakan lingkungan belajar positif, inklusif, dan suportif. Peran guru sebagai fasilitator ini juga ditekankan oleh Umbaryati (2016) yang menyatakan bahwa salah satu manfaat LKPD adalah berfungsi sebagai pedoman bagi pendidik dan peserta didik dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran, sehingga interaksi antara guru dan peserta didik menjadi lebih terarah [15]. Selain itu menurut Prayoga et al. (2022), LKPD memiliki peran penting dalam membantu peserta didik meningkatkan pemahaman, keterampilan, dan sikap secara mandiri [10]. Namun, menurut Lase & Lase (2020), peran guru tetap tidak tergantikan dalam membimbing proses pembelajaran tersebut, meskipun LKPD digunakan [11].

Dampak dari temuan ini bagi praktik pembelajaran ke depan adalah perlunya guru melakukan asesmen awal atau pemanasan (*warming up*) terkait keterampilan dasar penggunaan alat geometri sebelum memulai kegiatan inti. Hal ini penting untuk memastikan bahwa peserta didik dapat sepenuhnya fokus pada proses analisis dan pembangunan konsep, bukan terhambat oleh kendala teknis. Langkah antisipasi ini sejalan dengan tahap memahami dalam pengalaman belajar *deep learning* [21], di mana peserta didik perlu membangun kesadaran dan kesiapan sebelum memasuki tahap aplikasi. Dengan demikian, inti dari *mindful learning* dan *meaningful learning* dapat tercapai secara optimal.

Temuan ini juga memberikan kontribusi bagi pengembangan LKPD serupa di masa mendatang, yaitu perlunya menambahkan panduan teknis penggunaan alat atau menyisipkan kegiatan pemanasan yang melatih keterampilan peserta didik sebelum masuk ke kegiatan inti. Panduan teknis tersebut dapat berupa gambar langkah-demi-langkah cara menggunakan jangka dan busur derajat, atau video tutorial yang dapat diakses melalui kode QR. Hal ini sejalan dengan saran dari Marsella et al. (2024) dan Ananda Chosya (2025) yang menyarankan agar pengembangan LKPD selanjutnya mempertimbangkan aspek kesiapan peserta didik secara lebih menyeluruh [16][24].

3.2.4 Implikasi Teoretis dan Praktis

Temuan dari penelitian ini memiliki beberapa implikasi penting bagi pengembangan bahan ajar dan praktik pembelajaran matematika.

Secara teoretis, penelitian ini memperkaya pengetahuan tentang pengembangan bahan ajar berbasis *deep learning* pada mata pelajaran matematika. Penelitian ini membuktikan bahwa pendekatan *deep learning* dapat diintegrasikan secara efektif ke dalam LKPD dan mendapatkan respons positif dari

pengguna. Penelitian ini juga memperkuat teori bahwa *deep learning* tidak hanya relevan untuk mata pelajaran sosial atau bahasa, tetapi juga sangat cocok untuk mata pelajaran eksak seperti matematika yang sarat dengan konsep abstrak dan hubungan spasial. Selain itu, penelitian ini mengidentifikasi adanya hubungan erat antara keterampilan psikomotorik (penggunaan alat ukur) dan keberhasilan implementasi *deep learning*, yang selama ini belum banyak dibahas dalam literatur.

Secara praktis, LKPD yang dikembangkan dapat digunakan oleh guru sebagai alternatif bahan ajar yang inovatif untuk mengatasi permasalahan *surface learning* dan meningkatkan pemahaman konseptual peserta didik pada materi lingkaran. Guru disarankan untuk melakukan asesmen awal terkait keterampilan penggunaan alat ukur geometri sebelum menggunakan LKPD ini, serta menambahkan panduan teknis penggunaan alat untuk memfasilitasi peserta didik yang masih kurang terampil. Sekolah diharapkan dapat menyediakan fasilitas alat peraga geometri yang memadai untuk menunjang kegiatan pembelajaran matematika.

3.2.5 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diakui. Pertama, uji coba produk hanya dilakukan di satu sekolah (SMA Negeri 5 Samarinda) dengan satu kelas (XI-1) yang berjumlah 33 peserta didik, sehingga hasil penelitian belum dapat digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas. Kedua, penelitian ini hanya mengukur aspek validitas dan kepraktisan, belum mengukur efektivitas LKPD terhadap peningkatan hasil belajar atau kemampuan berpikir kritis peserta didik. Ketiga, waktu pelaksanaan uji coba yang relatif singkat (dua kali pertemuan) membatasi eksplorasi terhadap efek jangka panjang dari penggunaan LKPD berbasis *deep learning*. Keempat, materi yang dikembangkan hanya terbatas pada lingkaran, sehingga belum diketahui apakah pendekatan *deep learning* dapat diimplementasikan dengan baik pada materi matematika lainnya yang memiliki karakteristik berbeda.

3.2.6 Arah Penelitian Selanjutnya

Berdasarkan keterbatasan yang telah diuraikan, terdapat beberapa arah yang dapat diambil untuk penelitian selanjutnya. Pertama, perlu dilakukan uji coba pada skala yang lebih luas, misalnya di beberapa sekolah yang berbeda dengan karakteristik peserta didik yang beragam (perkotaan, pedesaan, sekolah negeri, sekolah swasta), untuk menguji generalisasi hasil penelitian. Kedua, perlu dilakukan penelitian eksperimental (misalnya *pretest-posttest control group design*) untuk menguji efektivitas LKPD berbasis *deep learning* terhadap peningkatan hasil belajar, pemahaman konseptual, atau kemampuan berpikir kritis peserta didik, dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Ketiga, perlu dikembangkan LKPD berbasis *deep learning* pada materi matematika lainnya, seperti statistika, peluang, atau kalkulus, untuk melihat apakah pendekatan ini efektif secara konsisten di berbagai topik. Keempat, perlu dilakukan penelitian longitudinal untuk mengamati efek jangka panjang dari penggunaan LKPD berbasis *deep learning* terhadap kebiasaan belajar, retensi pengetahuan, dan prestasi akademik peserta didik. Kelima, perlu dikembangkan LKPD berbasis *deep learning* dalam bentuk digital interaktif (E-LKPD) yang dapat diakses melalui *smartphone* atau *tablet*, mengingat sebagian besar peserta didik sudah akrab dengan perangkat digital. E-LKPD dapat memanfaatkan fitur-fitur interaktif seperti simulasi, animasi, dan *gamification* untuk lebih meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

Pertama, proses pengembangan LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran untuk kelas XI SMA Negeri 5 Samarinda berhasil dilaksanakan melalui model 4D yang terdiri dari empat tahap. Tahap *define* meliputi analisis kebutuhan melalui wawancara dengan guru matematika dan observasi pembelajaran, serta analisis kurikulum untuk menetapkan Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) materi lingkaran. Tahap *design* meliputi pemilihan format LKPD dan pembuatan rancangan awal yang mengintegrasikan kerangka *deep learning* dari Kemendikdasmen (2025), mencakup pengalaman belajar (memahami, mengaplikasi, merefleksi), prinsip pembelajaran (*meaningful learning*, *mindful learning*, *joyful learning*), dimensi profil lulusan (penalaran kritis, kolaborasi, kemandirian, kreativitas, komunikasi), dan kerangka pembelajaran (praktik pedagogis eksploratif, lingkungan belajar kolaboratif, pemanfaatan teknologi digital). Tahap *develop* meliputi pembuatan LKPD menggunakan Canva, GeoGebra, dan Google Formulir; validasi oleh ahli materi dan ahli media; revisi produk berdasarkan saran validator; serta uji coba kepraktisan oleh guru praktisi dan 33 peserta didik. Tahap *disseminate* meliputi penyerahan produk akhir dalam bentuk PDF kepada SMA Negeri 5 Samarinda untuk dapat dicetak dan digunakan dalam pembelajaran.

Kedua, LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran yang dikembangkan dinyatakan valid dengan rata-rata indeks Aiken-V sebesar 0,798 (kategori valid). Hasil validasi dari ahli materi mencapai 0,793 (kategori valid), yang mencakup aspek kelayakan isi (0,800), kebahasaan (0,778), dan pengembangan LKPD berbasis *deep learning* (0,800). Hasil validasi dari ahli media mencapai 0,804 (kategori sangat valid), yang mencakup aspek desain cover LKPD (0,750) dan desain isi LKPD (0,857). Dengan demikian, LKPD ini memenuhi standar kelayakan dari segi materi, kebahasaan, dan media.

Ketiga, LKPD berbasis *deep learning* pada materi lingkaran yang dikembangkan dinyatakan sangat praktis dengan rata-rata indeks Aiken-V sebesar 0,968 (kategori sangat praktis). Hasil uji kepraktisan dari guru praktisi mencapai 1,000 (kategori sangat praktis) pada seluruh aspek (tampilan, isi, dan bahasa). Hasil uji kepraktisan dari 33 peserta didik mencapai 0,936 (kategori sangat praktis) pada aspek tampilan (0,970), isi (0,934), bahasa (0,939), manfaat (0,939), dan respon (0,899). Hal ini menunjukkan bahwa LKPD mudah digunakan, menarik, dan bermanfaat bagi guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran matematika pada materi lingkaran.

Keempat, temuan kritis dalam penelitian ini adalah bahwa beberapa peserta didik mengalami kesulitan dalam menggunakan alat ukur geometri (jangka dan busur derajat), yang mengindikasikan adanya celah antara keterampilan psikomotorik dan tuntutan kognitif dalam pembelajaran. Hal ini menegaskan perlunya LKPD untuk menjembatani keterampilan prosedural fisik sebelum memasuki pemahaman konseptual, serta perlunya guru melakukan asesmen awal dan kegiatan pemanasan sebelum menggunakan LKPD berbasis *deep learning*.

Kelima, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan (uji coba terbatas pada satu sekolah, belum mengukur efektivitas, waktu terbatas, materi terbatas). Oleh karena itu, bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk: (1) menguji efektivitas LKPD berbasis *deep learning* terhadap peningkatan hasil belajar atau kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui penelitian eksperimental; (2) mengembangkan LKPD serupa pada materi matematika lainnya atau jenjang pendidikan yang berbeda; (3) melakukan uji coba pada skala yang lebih luas dengan karakteristik peserta didik yang beragam; (4) mengembangkan LKPD berbasis *deep learning* dalam bentuk digital interaktif (E-LKPD) yang dapat diakses melalui perangkat *mobile*; dan (5) menambahkan panduan teknis penggunaan alat ukur geometri dalam LKPD untuk memfasilitasi peserta didik yang masih kurang terampil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Abd. Basir A., M.Si., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam membimbing penulis;
2. Bapak Dr.sc.ed. Safrudiannur, M.Pd. dan Ibu Tri Widyasari, S.Pd., M.Pd., selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan koreksi berharga;
3. Bapak Petrus Fendiyanto, S.Pd., M.Si. selaku ahli materi dan Bapak Achmad Muhtadin, S.Pd., M.Pd. selaku ahli media yang telah memvalidasi produk;
4. Ibu Hj. Erni Diana Nur Agus, S.Pd., M.M. selaku guru praktisi serta seluruh peserta didik kelas XI-1 SMA Negeri 5 Samarinda yang telah berpartisipasi;
5. Universitas Mulawarman yang telah memfasilitasi penelitian ini.

REFERENCES

- [1] F. E. Dwi and R. Lauchia, "Peran Kurikulum Dalam Pendidikan," *Jurnal Intelek Insan Cendikia*, vol. 1, no. 4, pp. 283–289, 2024.
- [2] M. B. Muvid, "Menelaah wacana kurikulum deep learning: urgensi dan peranannya dalam menyiapkan generasi emas Indonesia," *Jurnal Edu Aksara*, vol. 3, no. 2, pp. 80–93, 2024.
- [3] D. R. Qurniawati, "Efektivitas Pelaksanaan Kurikulum Merdeka Belajar," in *Proceeding Umsurabaya*, 2023.
- [4] R. Natsir, "Implementasi Kurikulum Merdeka Dalam Pembelajaran Matematika Di Sekolah Dasar," *Journal of Innovation Research and Knowledge*, vol. 4, no. 9, pp. 1-10, 2025, doi: 10.53625/jirk.v4i9.9909.
- [5] M. G. Ristiana and J. A. Dahlan, "Pendapat Mahasiswa Calon Guru dalam Penggunaan Model Gamifikasi dalam Pembelajaran Matematika," *JPMI*, vol. 4, no. 1, pp. 127–136, 2021.

- [6] R. Kurniati et al., *Pendidikan Matematika*, Fatimah, Ed. Yayasan Tri Edukasi Ilmiah, 2025.
- [7] P. Hitzler et al., "Deep deductive reasoning is a hard deep learning problem," *Neurosymbolic AI*, vol. 1, pp. 1-10, 2025, doi: 10.3233/nai-240669.
- [8] T. Sipangkar, G. Siagian, and M. V. Silalahi, "Pengembangan LKPD Berbasis PBL Pada Materi Sistem Pencernaan," *INNOVATIVE*, vol. 4, pp. 1726–1736, 2024, doi: 10.31004/innovative.v4i6.16321.
- [9] M. Anggrayni and A. Saputra, "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Menggunakan Model Problem Based Learning Mata Pelajaran Pendidikan Pancasila Kelas II Di SDN 02 Timpeh," *Didaktik: Jurnal Ilmiah PGSD FKIP Universitas Mandiri*, vol. 10, pp. 77-87, 2024, doi: 10.36989/didaktik.v10i3.3826.
- [10] T. Prayoga, G. N. S. Agustika, and N. W. Suniasih, "E-LKPD Interaktif Materi Pengenalan Bangun Datar Berbasis Etnomatematika Peserta Didik Kelas I SD," *Mimbar Ilmu*, vol. 27, no. 1, pp. 99-108, 2022, doi: 10.23887/mi.v27i1.44777.
- [11] N. K. Lase and R. K. Lase, "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Interaksi Makhluk Hidup Dengan Lingkungan Kelas VII SMP," *Jurnal JRPP*, vol. 3, no. 2, pp. 450-461, 2020.
- [12] D. Rosiyati, R. Erviana, U. Fadilla, and U. Sholihah, "Pendekatan Deep Learning Dalam Kurikulum Merdeka," *Journal of Mathematics Education*, vol. 4, no. 2, 2025, doi: 10.58917/ijme.v4i2.270.
- [13] S. Suwandi, R. Putri, and Sulastri, "Inovasi Pendidikan dengan Menggunakan Model Deep Learning di Indonesia," *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan Dan Politik (JPKP)*, vol. 2, no. 2, pp. 69-77, 2024, doi: 10.61476/186hvh28.
- [14] N. Mutmainnah, A. Adrias, and A. P. Zulkarnaini, "Implementasi pendekatan deep learning terhadap pembelajaran matematika di sekolah dasar," *Pendas Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, vol. 10, pp. 858-871, 2025, doi: 10.23969/jp.v10i01.23781.
- [15] Umbaryati, "Pentingnya LKPD pada Pendekatan Scientific Pembelajaran Matematika," in *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2016.
- [16] J. Ananda Chosya, "Developing Deep Learning-Based Worksheets to Improve Higher-Order Thinking Skills in Elementary Social Studies," *Journal of Deep Learning*, vol. 1, no. 1, pp. 37-46, 2025.
- [17] F. A. Slamet, *Model Penelitian Pengembangan (R&D)*, R. Risdiantoro, Ed. Malang: Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang, 2022.
- [18] L. Utami, Festiyed, D. P. Ilahi, A. Ratih, E. yenti, and Lazulva, "Analisis Indeks Aiken Untuk Mengetahui Validitas Isi Instrumen Scientific Habits Of Mind," *Journal of Research and Education Chemistry*, vol. 6, no. 1, p. 59, 2024, doi: 10.25299/jrec.2024.vol6(1).17430.
- [19] S. E. Rahmadhani, I. M. Sabara, and M. Marhayati, "Pengembangan Lkpd Berbasis Etnomatematika Batik Kawung Pada Materi Unsur-Unsur Lingkaran," *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, vol. 13, no. 1, p. 116, 2024, doi: 10.24127/ajpm.v13i1.8078.
- [20] E. Fitriana, E. D. Putra, and F. Murtinasari, "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Etnomatematika," *Jurnal Aksioma: Jurnal Matematika Dan Pembelajaran*, vol. 9, 2024.
- [21] Kemendikdasmen, *Panduan Pembelajaran dan Asesmen Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Menengah Edisi Revisi Tahun 2025*. Jakarta: Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah, 2025.
- [22] P. Patmaniar, M. Ilyas, M. R. Ma'rufi, S. Alam, T. Taufiq, and N. Nisraeni, "Deep Learning dalam Pembelajaran Matematika," *Abdimas Langkanae*, vol. 5, pp. 63-71, 2025, doi: 10.53769/jpm.v5i1.405.
- [23] C. Choirudin, M. S. Anwar, and N. Khabibah, "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Problem Solving," *Fraktal: Jurnal Matematika Dan Pendidikan Matematika*, vol. 2, no. 1, pp. 1-13, 2021, doi: 10.35508/fractal.v2i1.3590.
- [24] M. Marsella, L. Lusiana, and R. Rohana, "Development Of Lkpd Using A Problem Based Learning Model Based On Ethnomathematics On Circle Material SMP Class VIII," *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*, vol. 15, no. 1, p. 80, 2024, doi: 10.26418/jpmipa.v15i1.71931.