

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pengembangan *e*-LKPD

1. Tahap Analisis

Tahap analisis merupakan langkah awal dalam model pengembangan ADDIE yang bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran, kebutuhan peserta didik, dan kondisi lingkungan belajar yang mendukung pengembangan *e*-LKPD berbasis kontekstual. Analisis ini dilakukan melalui wawancara dengan wakil kepala sekola bidang kesiswaan yang kebetulan juga merupakan guru mata pelajaran matematika di SMK PGRI 3 Sidoarjo. Hasil analisis dikelompokkan menjadi empat aspek berikut.

a. Aspek Peserta didik

Hasil wawancara dengan guru matematika, beliau menyampaikan bahwa sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami materi eksponen, khususnya ketika menghubungkan konsep pangkat dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Konsep dasar seperti sifat-sifat eksponen dan penggunaannya dalam fungsi eksponensial relatif telah dikuasai, namun pemahaman pada level aplikatif masih terbatas. Peserta didik belum terbiasa mengerjakan soal kontekstual atau soal berbasis kontekstual. Soal yang diberikan guru di kelas umumnya bersifat

prosedural dan berorientasi pada perhitungan matematis, belum mengarah pada interpretasi konteks atau pemecahan masalah nyata. Dari sisi fasilitas, mayoritas peserta didik memiliki smartphone yang dapat digunakan untuk mengakses *e-LKPD*, baik di rumah maupun di sekolah. Meskipun demikian, tidak semua memiliki perangkat laptop. Koneksi internet di sekolah tersedia tetapi kualitasnya bervariasi. Namun demikian, *e-LKPD* yang dikembangkan dirancang ringan agar tetap dapat diakses melalui perangkat smartphone dengan koneksi terbatas.

b. Aspek Kurikulum dan Pembelajaran

Kurikulum Merdeka yang digunakan di sekolah telah menekankan pentingnya pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Higher Order Thinking Skills / HOTS), termasuk kemampuan berpikir kritis. Namun, implementasi di kelas masih belum sepenuhnya mendukung pengembangan kemampuan tersebut. Aspek kemampuan berpikir kritis seperti interpretasi data, analisis informasi, dan penarikan kesimpulan (inferensi) belum secara konsisten diukur dalam proses evaluasi pembelajaran matematika.

c. Aspek Guru dan Media Pembelajaran

Guru belum pernah menggunakan LKPD digital atau *e-LKPD* dalam pembelajaran matematika. LKPD yang digunakan masih berbentuk cetak/manual. Meski demikian, guru menunjukkan ketertarikan untuk memanfaatkan *e-LKPD* apabila sesuai dengan

kebutuhan kurikulum dan mudah digunakan oleh peserta didik. Kendala utama guru dalam memanfaatkan media pembelajaran digital adalah keterbatasan waktu untuk membuat media interaktif yang sesuai dengan materi dan karakteristik peserta didik.

d. Aspek Sarana dan Infrastruktur

Sekolah telah memanfaatkan platform digital seperti Google Form dalam kegiatan pembelajaran, khususnya pada masa pembelajaran daring. Namun, penggunaan *Liveworksheets* masih belum umum dan belum diaplikasikan pada mata pelajaran matematika. Guru dan peserta didik cukup familiar dengan platform umum seperti Google Classroom dan WhatsApp Group, tetapi masih minim pengalaman dalam menggunakan platform berbasis latihan interaktif seperti *Liveworksheets*. Hal ini menunjukkan perlunya pelatihan dan pendampingan untuk memaksimalkan penggunaan platform tersebut.

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada aspek peserta didik, kurikulum dan pembelajaran, guru dan media pembelajaran, serta sarana dan infrastruktur, dapat disimpulkan bahwa pembelajaran matematika pada materi eksponen di SMK PGRI 3 Sidoarjo masih menghadapi beberapa kendala yang perlu diatasi. Melalui wawancara dengan guru matematika di sekolah terkait, beliau menyampaikan peserta didik mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep eksponen dengan penerapannya dalam kehidupan nyata serta belum terbiasa mengerjakan

soal kontekstual atau berbasis kontekstual. Di sisi lain, kemampuan berpikir kritis peserta didik juga masih tergolong rendah, terlihat dari kecenderungan mencari jawaban akhir tanpa menganalisis informasi secara mendalam. Kurikulum Merdeka yang digunakan sebenarnya telah mendorong pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, termasuk berpikir kritis, namun implementasi di lapangan masih cenderung berfokus pada soal prosedural dan penilaian hasil akhir. Guru belum memanfaatkan *e-LKPD* sebagai media pembelajaran, meskipun memiliki minat untuk menggunakannya apabila sesuai dengan kebutuhan dan mudah diakses oleh peserta didik. Dari segi fasilitas, mayoritas peserta didik memiliki smartphone yang dapat digunakan untuk mengakses media pembelajaran digital, meskipun kualitas koneksi internet di sekolah bervariasi dan penggunaan platform interaktif seperti *Liveworksheets* masih minim. Oleh karena itu, pengembangan *e-LKPD* berbasis kontekstual menjadi relevan dan diperlukan untuk menjawab tantangan tersebut. Media ini diharapkan mampu menyajikan materi dan soal-soal kontekstual sesuai indikator berpikir kritis (interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi), dapat diakses dengan mudah melalui smartphone meskipun dengan koneksi terbatas, serta menjadi sarana pembelajaran interaktif yang mendukung ketercapaian kemampuan yang diperlukan pada abad 21 khususnya kemampuan berpikir kritis.

2. Tahap Desain

Tahap desain merupakan proses merancang *e-LKPD* berbasis kontekstual yang akan dikembangkan. Tujuan dari tahap ini adalah menghasilkan rancangan awal media pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik, tuntutan kurikulum, dan ketersediaan sarana pendukung, sehingga *e-LKPD* yang dihasilkan dapat digunakan secara optimal.

a. Penentuan Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran disusun dengan mengacu Capaian Pembelajaran (CP) dalam Kurikulum Merdeka untuk materi eksponen. Tujuan ini memuat kemampuan yang diharapkan dikuasai peserta didik, yaitu: memahami konsep eksponen, menerapkan sifat-sifat eksponen dalam pemecahan masalah, serta mengaitkan konsep tersebut dengan situasi kontekstual dalam kehidupan nyata. Selain itu, tujuan pembelajaran dirancang untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui empat indikator utama: interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi.

b. Pembuatan materi pendukung pada *e-LKPD*

Materi pendukung yang dimuat dalam *e-LKPD* disusun secara ringkas, jelas, dan kontekstual, mengacu pada konsep-konsep dasar eksponen yang sesuai dengan Capaian Pembelajaran. Penyajian materi menggunakan bahasa yang mudah dipahami, dilengkapi

contoh penerapan eksponen dalam kehidupan sehari-hari untuk mengasah kontekstual peserta didik.

c. Pembuatan soal latihan beserta jawabannya

Soal latihan yang disusun dalam *e*-LKPD berbentuk soal kontekstual yang mengacu pada indikator kemampuan berpikir kritis. Setiap soal dirancang untuk mengukur minimal satu indikator berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, atau inferensi. Bentuk soal menggunakan narasi yang berkaitan dengan permasalahan sehari-hari, seperti pertumbuhan dan peluruhan eksponensial, sehingga peserta didik dapat mengaitkan konsep eksponen dengan situasi nyata.

d. Penyusunan Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian disusun untuk mengukur kelayakan, kepraktisan, dan keefektifan *e*-LKPD berbasis kontekstual. Instrumen yang digunakan meliputi sebagai berikut.

1) Lembar Validasi

Digunakan untuk menilai kelayakan isi, keakuratan materi, kesesuaian dengan indikator berpikir kritis, tampilan visual, serta fleksibilitas penggunaan *e*-LKPD. Penilaian menggunakan skala Likert 4 poin, yaitu 4 (Sangat Setuju), 3 (Setuju), 2 (Kurang Setuju), dan 1 (Tidak Setuju).

2) Lembar Observasi Kepraktisan

Digunakan oleh observer untuk menilai kemudahan akses, antarmuka, dan fungsionalitas fitur *e*-LKPD saat digunakan

peserta didik. Penilaian menggunakan skala Likert 4 poin, yaitu 4 (Sangat Setuju), 3 (Setuju), 2 (Kurang Setuju), dan 1 (Tidak Setuju).

3) Soal Pretest dan Posttest

Soal pretest dan posttest disusun untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah menggunakan e-LKPD berbasis kontekstual. Instrumen ini memuat 8 soal uraian, yang terdiri dari 2 studi kasus, masing-masing memuat 4 soal yang mewakili indikator berpikir kritis, yaitu interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi. Materi yang diujikan adalah Pertumbuhan dan Peluruhan Eksponensial, dengan konteks soal yang bersifat kontekstual dan berbasis kontekstual. Penilaian jawaban mengacu pada Rubrik Penilaian Berbasis Kontekstual yang menilai empat indikator berpikir kritis dengan skala skor 1–4

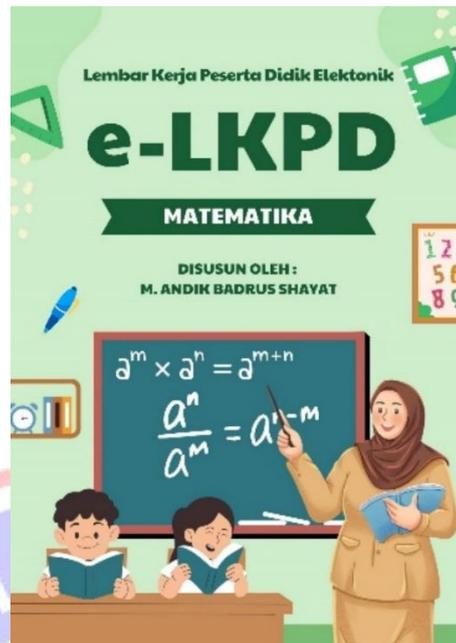
4) Angket Respon Peserta Didik

Angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui minat, perhatian, semangat, dan keterlibatan peserta didik setelah menggunakan e-LKPD. Penilaian menggunakan pilihan jawaban SS (Sangat Setuju), S (Setuju), KS (Kurang Setuju), dan TS (Tidak Setuju).

e. Perancangan struktur e-LKPD

- 1) Halaman sampul – menampilkan judul, identitas penyusun, dan gambar ilustrasi sesuai dengan kondisi pembelajaran eksponen
- 2) Tujuan pembelajaran dan petunjuk belajar – memberikan informasi tujuan pembelajaran yang akan dicapai dan menampilkan prosedur peserta didik dalam menggunakan *e-LKPD*
- 3) Materi pendukung - disajikan secara ringkas dan tambahan video pendukung, dilengkapi dengan contoh soal berbasis kontekstual.
- 4) Contoh soal – disajikan dalam bentuk 1 studi kasus untuk gambaran konkret tentang bagaimana konsep atau rumus diterapkan.
- 5) Latihan Soal – terdiri dari 2 studi kasus yang masing-masing memiliki empat soal yang memuat indikator berpikir kritis.
- 6) Desain tampilan – tampilan *e-LKPD* desain menyesuaikan kebutuhan peserta didik dan tata letak *layout* menggunakan platform *canva* selanjutnya akan diunduh dengan format pdf.

Berikut di bawah ini hasil desain pada *e-LKPD* berbasis matematika.



Gambar 4. 1. Halaman Sampul



Gambar 4. 2. Tujuan Pembelajaran dan Petunjuk

MATERI

EKSPONEN

$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

Eksponen dalam Kehidupan Sehari-hari

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering menjumpai situasi di mana suatu hal berkembang sangat cepat dalam waktu singkat. Misalnya, jumlah bakteri yang menggandakan diri setiap jam, pertumbuhan penduduk, atau nilai uang yang terus bertambah karena bunga majemuk di bank. Semua proses ini dapat dijelaskan menggunakan konsep eksponen.

Apa Itu Eksponen?

Eksponen adalah bentuk pendek dari operasi perkalian berulang. Jika kita memiliki suatu bilangan dan kita mengalikan bilangan itu dengan dirinya sendiri beberapa kali, maka kita sedang melakukan operasi eksponen. Misalnya:

$$a^n = a \times a \times a \times \dots \times a \quad \text{Sebanyak } n \text{ kali}$$

Keterangan:

- a = bilangan pokok (basis), yakni bilangan yang dikalikan
- n = bilangan pangkat (basis), yang menyatakan berapa kali bilangan a dikalikan dengan dirinya sendiri

Syarat umum dalam eksponen:

- a = bilangan real
- n = bilangan bulat positif

Pertumbuhan Eksponen

Pertumbuhan eksponen menggambarkan situasi ketika sesuatu meningkat dengan sangat cepat karena setiap penambahan waktu menyebabkan nilainya berkali-kali lipat dari nilai sebelumnya. Fungsi pertumbuhan eksponensial biasanya dituliskan sebagai berikut:

$$f(x) = a^x \quad \text{dengan } a > 1$$

Contoh:

Misalnya, jika sebuah bakteri membelah menjadi dua setiap jam, dan kita mulai dengan satu bakteri, maka jumlah bakteri setelah x jam adalah:

$$f(x) = 2^x$$

- Setelah 1 jam : $f(1) = 2^1 = 2$
- Setelah 2 jam : $f(2) = 2^2 = 4$
- Setelah 3 jam : $f(3) = 2^3 = 8$
- dan seterusnya.

Visualisasi konteks:

Grafik pertumbuhan eksponen memiliki bentuk kurva naik tajam, menunjukkan bahwa semakin lama waktu berjalan, semakin cepat nilai bertambah. Ini mencerminkan bahwa proses pertumbuhan eksponen bukan hanya cepat, tetapi semakin cepat dari waktu ke waktu.



Grafik pertumbuhan eksponen

Peluruhan Eksponen

Peluruhan Eksponen dalam Kehidupan Nyata

Tidak semua hal dalam hidup kita bertambah. Banyak hal justru mengalami penurunan atau penyusutan. Misalnya, kadar obat dalam tubuh manusia akan terus berkurang seiring waktu, nilai barang elektronik menyusut setiap tahun, atau zat radioaktif mengalami peluruhan. Proses ini disebut peluruhan eksponensial.

Pengertian Peluruhan Eksponen

Peluruhan eksponensial adalah proses di mana suatu nilai menurun secara konsisten dan proporsional terhadap besar nilai itu sendiri. Artinya, semakin kecil nilainya, semakin lambat laju penurunannya. Fungsi peluruhan eksponen dapat ditulis sebagai berikut:

$$f(x) = n \times a^x \quad \text{dengan } 0 < a < 1$$

Keterangan:

- n = Nilai Awal
- a = Faktor peluruhan (berupa desimal/pecahan)
- x = Waktu atau pengulangan

Contoh:

Sebuah obat memiliki kadar 100 mg di dalam tubuh. Setiap 2 jam, kadar ini berkurang menjadi setengahnya. Maka, kadar obat setelah x jam dapat dihitung dengan:

$$f(x) = 100 \times (0,5)^x$$

- Setelah 2 jam: $f(1) = 100 \times 0,5^1 = 50$ mg
- Setelah 4 jam: $f(2) = 100 \times 0,5^2 = 25$ mg
- Setelah 6 jam: $f(3) = 100 \times 0,5^3 = 12,5$ mg
- dan seterusnya.

Visualisasi konteks:

Grafik peluruhan eksponensial menunjukkan kurva turun yang melandai. Ini menunjukkan bahwa nilai berkurang dengan cepat di awal, namun lama-lama menjadi stabil mendekati nol.

Peluruhan Eksponen



Grafik peluruhan eksponen

Video Pendukung



Sebagai bahan pendukung materi. Silahkan perhatikan video di atas.

Gambar 4. 3. Materi Pendukung

CONTOH SOAL

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$$

STUDI KASUS



Desa Cempaka adalah desa yang indah dan dikenal akan Sungai Gading yang mengalir jernih membatasi perkampungan. Namun, beberapa bulan terakhir, warga desa mulai mengeluh. Air sungai yang biasanya jernih kini berubah warna menjadi agak keruh kekuningan. Ratu menyengat karang mancu, dan beberapa ikan yang dibudidayakan warga mulai mati tanpa sebab yang jelas.

Dinas Lingkungan Hidup kabupaten setempat segera turun tangan dan melakukan penelitian air sungai. Hasilnya menunjukkan ternyata pencemaran disebabkan oleh zat kimia bernama ZC-91, yaitu limbah industri dari pabrik tekstil di hulu sungai yang mengalami keacaraan pembuangan. ZC-91 termasuk zat berbahaya bagi ekosistem air karena sifat racunnya yang tinggi. Namun, zat ini memiliki satu keunggulan: secara alam akan terurai (mengalami peluruhan) setiap 3 hari sebanyak setengah dari konsentrasinya karena reaksi sinar matahari dan bakteri air.

Laporan awal menunjukkan bahwa pada hari pertama pemeriksaan, konsentrasi ZC-91 di Sungai Gading sebesar 80 mg/L. Jika di atas batas aman yaitu 5 mg/L. Jika tidak segera ditangani, ekosistem Sungai Gading bisa rusak parah dalam beberapa minggu ke depan.



Andi, siswa SMK kelas X yang sedang belajar tentang fungsi eksponensial, penasaran apakah zat ZC-91 bisa berkurang secara alami tanpa intervensi tambahan. Ia memutuskan untuk melakukan perhitungan matematika dan menyampaikan temuannya kepada warga yang berkecukupan. Ia ingin menunjukkan bagaimana ilmu matematika bisa digunakan untuk memahami masalah lingkungan nyata.

Interpretasi

1. Apa saja informasi penting dari studi kasus narasi di atas yang dapat digunakan untuk membuat model matematika peluruhan?

Informasi penting yang didapatkan pada narasi di atas adalah:

- Nilai awal konsentrasi zat awal (n) = 80
- Laju peluruhan (a) = 0,5
- Periode peluruhan = 3 hari/siklus = $x/3$

Analisis

3. Berdasarkan narasi di atas, bagaimana model matematika yang paling sesuai untuk menggambarkan peluruhan zat ZC-91?

$f(x) = a \times a^x$ dengan $0 < a < 1$

Dengan:

- n = konsentrasi zat (80 mg/L)
- a = pengurangan zat setiap 3 hari/siklus (0,5)
- x = Periode peluruhan = 3 hari/siklus = $x/3$

Sehingga:

$$f(x) = 80 \times (0,5)^{\frac{x}{3}}$$

Evaluasi

4. Kira-kira pada hari ke berapa konsentrasi zat ZC-91 akan mencapai 5 mg/L atau kurang jika $f(x) \leq 5$?

hari yang dibutuhkan agar konsentrasi zat ZC-91 mencapai 5 mg/L atau kurang jika $f(x) \leq 5$

Sehingga:

$$f(x) = 80 \times (0,5)^{\frac{x}{3}}$$

$$5 = 80 \times (0,5)^{\frac{x}{3}}$$

$$\frac{5}{80} = (0,5)^{\frac{x}{3}}$$

$$\frac{1}{16} = \frac{1}{2^4}$$

$$\frac{1^4}{2} = \frac{1^4}{2}$$

$$4 = \frac{x}{3}$$

$$x = 4 \times 3$$

$$x = 12$$

Sehingga, konsentrasi zat ZC-91 akan mencapai mg/L atau kurang pada hari ke-12

Inferensi

5. Apakah dalam 15 hari air Sungai Gading akan aman? Jelaskan alasannya!

Dalam waktu 15 hari zat ZC-91 telah berkurang cukup banyak dan konsentrasi air sungai sudah di bawah batas aman 5 mg/L, sehingga air Sungai Gading dapat dinyatakan aman untuk lingkungan.

Gambar 4. 4. Contoh Soal

SOAL LATIHAN

STUDI KASUS 1



Seorang kreator konten pemula ingin mengembangkan akun media sosialnya. Pada awal bulan Januari, ia memiliki 100 pengikut. Setelah konsisten mengunggah konten menarik, ia menyadari bahwa jumlah pengikutnya cenderung bertambah pesat. Berdasarkan analisis data, jumlah pengikutnya dapat berlipat ganda setiap bulan. Kreator konten tersebut sangat termotivasi dan memiliki target untuk mencapai 800 pengikut agar ia bisa mulai menerima tawaran kolaborasi dari merek-merek kecil. Ia secara khusus ingin mendapatkan tawaran kolaborasi tersebut paling lambat pada bulan ke-2. Ia juga berencana untuk mengevaluasi progres akunya pada akhir bulan ke-2 sejak Januari.

Interpretasi

1 Apa saja informasi penting yang dapat digunakan untuk menyusun model pertumbuhan eksponensial dari kasus di atas?
Jelaskan jawabannya pada kotak di bawah ini!

Analisis

2 Bagaimana model pertumbuhan eksponensial yang paling tepat untuk menggambarkan pertumbuhan jumlah pengikut akun media sosial seorang kreator konten berdasarkan waktu dalam bulan?
Ia kelain model peruluran ini dengan tepat!

$f(x) = 100 \times 2^x$

Evaluasi

3 Pada bulan beberapa jumlah pengikut akun media sosial akan mencapai 800, sesuai dengan target kreator konten?
Pilih yang sesuai pada kotak jawaban di bawah ini!

$$f(x) = 100 \times 2^x$$

$$800 = 100 \times 2^x$$

$$\frac{800}{100} = 2^x$$

$$8 = 2^x$$

$$x = 3$$

Maka jumlah pengikut akan mencapai 800 pada bulan ke (...)

Inferensi

4 Apakah ia berhasil mendapatkan tawaran kolaborasi sesuai target waktu yang diinginkan (yaitu paling lambat bulan ke-2)? Jika tidak berhasil, pada bulan beberapa seharusnya ia mendapatkan tawaran kolaborasi tersebut agar target pengikut 800 tercapai?
Jelaskan jawabannya pada kotak di bawah ini!

SOAL LATIHAN

STUDI KASUS 2



Seorang perajin kain tradisional menggunakan zat pewarna alami yang diketahui akan meluruh (memudar) secara eksponensial seiring waktu dan paparan cahaya. Setelah proses pewarnaan awal, kadar intensitas warna pada kain adalah 256 unit. Dari penelitian yang pernah dilakukan, diketahui bahwa intensitas warna akan berkurang 50% setiap 3 bulan. Perajin ingin memastikan bahwa intensitas warna pada kain tidak turun di bawah 32 unit karena di bawah itu warna akan terlihat sangat pudar dan tidak layak jual. Seorang pelanggan ingin membeli kain yang sudah jadi dan menggunakannya selama 9 bulan.

Interpretasi

1 Apa saja informasi penting berikut ini yang dapat digunakan untuk menyusun model pertumbuhan eksponensial dari kasus di atas?
Jelaskan jawabannya pada kotak di bawah ini!

Analisis

2 Pilih model matematika peruluran eksponensial yang menggambarkan intensitas warna pada kain berdasarkan waktu (dalam bulan)!
Ia kelain model peruluran ini dengan tepat!

$f(x) = 256 \times 0,5^{\frac{x}{3}}$

Evaluasi

3 Berapakah waktu (dalam bulan) yang dibutuhkan agar intensitas warna pada kain turun menjadi kurang dari 32 unit?
Pilih yang sesuai pada kotak jawaban di bawah ini!

$$f(x) = 100 \times 2^x$$

$$32 = 256 \times 0,5^{\frac{x}{3}}$$

$$\frac{32}{256} = 0,5^{\frac{x}{3}}$$

$$0,125 = 0,5^{\frac{x}{3}}$$

$$x = 9$$

Intensitas warna pada kain akan turun menjadi 32 unit tepat pada bulan ke (...). Jadi, akan turun menjadi kurang dari 32 unit setelah bulan ke (...).

Inferensi

4 Apakah kain masih layak jual (intensitas warna tidak di bawah 32 unit) jika pelanggan menggunakannya selama 9 bulan? Jika tidak layak, seberapa ruginya pelanggan menggunakan kain tersebut hingga bulan beberapa agar intensitas warnanya masih dianggap layak jual?
Jelaskan jawabannya pada kotak di bawah ini!

Kalian telah berhasil menyelesaikan seluruh kegiatan dalam e-LKPD ini!

Gambar 4. 5. Latihan Soal

3. Tahap pengembangan

Tahap pengembangan merupakan proses merealisasikan desain awal menjadi e-LKPD berbasis kontekstual yang siap diimplementasikan dalam pembelajaran. Proses ini meliputi pembuatan produk awal, integrasi media

pendukung, validasi oleh ahli, serta revisi produk berdasarkan masukan yang diperoleh.

a. Pembuatan Produk

Desain *e-LKPD* yang telah dibuat pada tahap desain menggunakan aplikasi Canva diunduh dalam format PDF, kemudian diunggah dan diintegrasikan ke platform *Liveworksheets*. Pada proses ini ditambahkan berbagai fitur interaktif seperti kolom isian jawaban langsung, tombol play untuk mengakses video pembelajaran, serta tombol submit untuk mengirim jawaban secara otomatis ke alamat email guru. Gambar bawah ini merupakan contoh dari tambahan fitur interaksi oleh platform *Liveworksheets*.



Gambar 4. 6. Contoh Fitur Pengisian

b. Integrasi Media Pendukung

Video pembelajaran dibuat untuk memperkuat pemahaman konsep eksponen dengan visualisasi yang menarik, narasi audio yang jelas, dan contoh aplikasi dalam kehidupan nyata. Video diunggah ke *Liveworksheets* agar dapat diputar langsung oleh peserta didik tanpa

keluar dari halaman *e*-LKPD. Berikut di bawah ini gambar vidio pembelajaran dari youtube yang diintegrasikan di dalam *e*-LKPD.



Gambar 4. 7. Intergasi Materi Pendukung

c. Validasi Produk

Produk awal divalidasi oleh guru mata pelajaran matematika dan wakil kepala sekolah bidang kurikulum. Validasi dilakukan pada hari Senin, 4 Mei 2025 di SMK PGRI 3 Sidoarjo. Kedua validator menilai seluruh aspek yang terdapat pada angket validasi, meliputi kesesuaian isi dengan kurikulum, keakuratan dan kelengkapan materi, keterkaitan dengan indikator berpikir kritis, kejelasan bahasa, kualitas tampilan visual, serta kemudahan penggunaan *e*-LKPD. Berdasarkan hasil validasi, kedua validator menyatakan bahwa *e*-LKPD yang dikembangkan sudah cukup baik dan layak digunakan dalam penelitian. Meskipun demikian, validator memberikan beberapa saran perbaikan, dan *e*-LKPD direvisi sesuai dengan saran yang diberikan. Berikut saran perbaikan dan revisinya.

Tabel 4. 1. Sebelum dan Sesudah Revisi e-LKPD

No	Saran validator	Sebelum revisi	Sesudah revisi
1	Sebelum penggunaan e-LKPD dalam pembelajaran, guru sebaiknya memberikan simulasi atau penjelasan terlebih dahulu mengenai cara mengakses dan mengerjakan e-LKPD, agar peserta didik memahami alur penggunaannya.	Tidak ada petunjuk awal atau simulasi penggunaan e-LKPD; peserta didik langsung diarahkan mengerjakan.	Peneliti memberi penjelasan terkait teknis pengerjaan e-LKPD singkat sebelum penggunaan.
2	Peneliti perlu memastikan bahwa peserta didik tidak mengalami kesulitan dalam mengisi jawaban, terutama pada bagian yang memerlukan penulisan simbol-simbol matematika, mengingat platform <i>Liveworksheets</i> memiliki keterbatasan input simbol tertentu.	Soal yang memerlukan simbol matematika belum terlihat jelas sehingga penginputan jawaban diasumsikan masih membuat bingung peserta didik	Instruksi pada soal yang memerlukan simbol matematika sehingga peserta didik dapat menginput jawaban dengan benar tanpa kebingungan.

Instrumen validasi menggunakan lembar yang telah disusun pada tahap desain dengan skala Likert 4 poin (1 = Tidak Setuju, 4 = Sangat Setuju).

Tabel 4. 2. Hasil validasi e-LKPD

No	Nama Validator	Total Skor	Nilai Validasi	Saran atau komentar
1.	Nur Rahman, S.Pd.	57	$V = \frac{54}{68} \times 100\%$ $V = 79,41 \%$	Memberikan simulasi atau penjelasan terlebih dahulu mengenai cara mengakses dan mengerjakan e-LKPD

No	Nama Validator	Total Skor	Nilai Validasi	Saran atau komentar
2.	Edwin Prasetyo Indarto, S.Pd.	60	$V = \frac{56}{68} \times 100\%$ $V = 82,35\%$	Dipastikan tidak ada kendala waktu pengisian jawaban
Hasil Akhir Validitas			$\bar{X} = \frac{79,41\% + 82,35\%}{2} \times 100\%$ $\bar{X} = \frac{79,41\% + 82,35\%}{2} \times 100\%$ $\bar{X} = \mathbf{80,88\%}$	
Kategori uji validitas			Valid	

4. Tahap implementasi

Setelah peneliti melakukan uji validasi, peneliti merevisi produk sesuai dengan saran perbaikan dari validator. Selanjutnya produk yang sudah direvisi maka diujicobakan atau diimplementasikan kepada sampel yang akan diteliti. Implementasi dilaksanakan pada hari Selasa, 5 Agustus 2025 untuk kegiatan pengambilan pretest dan hari Rabu, 6 Agustus 2025 untuk kegiatan penggunaan *e*-LKPD serta posttest di SMK PGRI 3 Sidoarjo. Responden pada implementasi berjumlah 21 peserta didik dan 19 peserta didik yang datanya memenuhi syarat untuk dilanjutkan pada tahap selanjutnya dikarenakan ada kendala pada tidak hadirnya 2 peserta didik pada kegiatan penggunaan *e*-LKPD. Instrumen yang digunakan berupa soal pretest dan posttest, lembar observasi peserta didik, dan anget respon peserta didik. Untuk soal pretest dan posttest, diambil dari seluruh peserta didik yang mengikuti kegiatan hingga akhir, pada lembar observasi data yang diambil dari sampel 6 peserta didik yang dikategorikan sebagai peserta didik dengan kemampuan tingkat tinggi, sedang, dan rendah dengan masing-masing kategori diwakilkan 2 peserta

didik, dan untuk angket respon yakni diambil dari seluruh peserta didik yang mengikuti kegiatan pada saat menggunakan *e-LKPD*. Hasil observasi disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 3. Hasil Obervasi Peserta Didik

No	Sampel	Kategori kemampuan	Total Skor	Nilai Praktikalitas
1	A	Tinggi	34	$\frac{34}{36} \times 100\% = 94,44\%$
2	B		32	$\frac{32}{36} \times 100\% = 88,89\%$
3	C	Sedang	33	$\frac{33}{36} \times 100\% = 91,17\%$
4	D		35	$\frac{35}{36} \times 100\% = 97,22\%$
5	E	Rendah	29	$\frac{29}{36} \times 100\% = 80,05\%$
6	F		31	$\frac{31}{36} \times 100\% = 86,61\%$
Nilai Akhir Praktikalitas (Rata-rata)				89,73%

Selanjutnya, data hasil pretest dan posttest disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 4. Hasil Pretest dan Posttest Peserta didik

NO	SAMPEL	NILAI PRETEST	NILAI POSTTEST
1	A	40.63	96.88
2	B	40.63	96.88
3	C	31.25	81.25
4	D	43.75	84.38
5	E	50.00	81.25
6	F	40.63	81.25
7	G	28.13	96.88
8	H	50.00	81.25
9	I	28.13	59.38
10	J	21.88	68.75
11	K	37.50	28.13
12	L	46.88	96.88
13	M	50.00	56.25
14	N	43.75	93.75

NO	SAMPEL	NILAI PRETEST	NILAI POSTTEST
15	O	50.00	100.00
16	P	31.25	90.63
17	Q	21.88	68.75
18	R	62.50	81.25
19	S	46.88	71.88
RATA-RATA		40.30	79.77

Selanjutnya, data hasil angket respon peserta didik disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 5. Hasil Rekapitulasi Angket Respon Peserta didik

NO	NAMA	JUMLAH	PERSENTASE
1	A	30	75%
2	B	30	75%
3	C	29	73%
4	D	27	68%
5	E	29	73%
6	F	27	68%
7	G	35	88%
8	H	29	73%
9	I	27	68%
10	J	35	88%
11	K	30	75%
12	L	30	75%
13	M	30	75%
14	N	32	80%
15	O	27	68%
16	P	30	75%
17	Q	32	80%
18	R	31	78%
19	S	34	85%
HASIL AKHIR NILAI ANGKET RESPON			76%

5. Tahap evaluasi

Tahap evaluasi merupakan langkah akhir dalam model pengembangan ADDIE yang bertujuan untuk menilai kualitas e-LKPD berbasis kontekstual yang telah dikembangkan. Evaluasi pada penelitian ini dilakukan secara formatif, yaitu selama proses pengembangan dan implementasi terbatas, untuk memastikan bahwa produk memenuhi kriteria valid, praktis, dan efektif sebelum digunakan secara lebih luas. Evaluasi diawali dengan validasi instrumen penelitian oleh ahli, meliputi lembar validasi e-LKPD, lembar observasi kepraktisan, angket respon peserta didik, dan soal pretest–posttest kemampuan berpikir kritis. Setelah instrumen dinyatakan layak, dilakukan validasi produk e-LKPD oleh dua validator, yaitu guru mata pelajaran matematika dan wakil kepala sekolah bidang kurikulum. Hasil validasi menunjukkan bahwa e-LKPD memperoleh persentase rata-rata 80,88% dengan kategori valid. Validator memberikan saran perbaikan berupa penambahan penjelasan penggunaan e-LKPD di awal pembelajaran dan penyesuaian penulisan simbol matematika pada platform Liveworksheets. Perbaikan ini dilakukan sesuai rekomendasi sebelum e-LKPD diujicobakan kepada peserta didik.

Selanjutnya, uji coba terbatas dilaksanakan pada kelas X AK SMK PGRI 3 Sidoarjo yang berjumlah 21 peserta didik dengan 19 peserta didik yang memenuhi syarat untuk diteliti. Pada tahap ini, dilakukan observasi untuk menilai kepraktisan e-LKPD dari segi kemudahan akses, navigasi, dan fleksibilitas waktu penggunaan. Hasil observasi dari sampel yang

dipilih menunjukkan persentase rata-rata 89,73% yang berada pada kategori sangat praktis, dengan mayoritas peserta didik dapat mengakses dan mengerjakan tanpa kendala.

Untuk mengukur efektivitas e-LKPD, digunakan tes kemampuan berpikir kritis yang diberikan sebelum (pretest) dan sesudah (posttest) pembelajaran. Soal pretest dan posttest berbasis kontekstual ini memuat 2 studi kasus pada materi pertumbuhan dan peluruhan eksponensial, masing-masing terdiri dari 4 soal yang mewakili indikator berpikir kritis (interpretasi, analisis, evaluasi, dan inferensi). Hasil analisis menunjukkan bahwa skor rata-rata pretest peserta didik adalah 40,30, sedangkan skor rata-rata posttest meningkat menjadi 79,77. Peningkatan ini menunjukkan adanya perbedaan signifikan pada kemampuan berpikir kritis setelah penggunaan e-LKPD, sehingga dapat disimpulkan bahwa media ini efektif. Selain itu, angket respon peserta didik digunakan untuk mengetahui tingkat ketertarikan dan motivasi belajar setelah menggunakan e-LKPD. Hasil angket menunjukkan persentase rata-rata 76% dengan kategori baik, terutama pada aspek tampilan interaktif, relevansi soal dengan kehidupan nyata, dan kemudahan penggunaan.

Berdasarkan seluruh rangkaian evaluasi, dapat disimpulkan bahwa e-LKPD berbasis kontekstual yang dikembangkan memenuhi kriteria valid (80,88%) praktis (89,73%) dan efektif (peningkatan skor pretest–posttest dari 40,30 menjadi 79,77 ; respon peserta didik 76%), sehingga

layak digunakan sebagai media pembelajaran matematika untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik.

B. Hasil Pengembangan *e*-LKPD

Hasil pengembangan *e*-LKPD berbasis kontekstual untuk melatih kemampuan berpikir kritis pada peserta didik SMA dianalisis dari tiga aspek, yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Penilaian dilakukan melalui validasi ahli, observasi penggunaan *e*-LKPD, serta tes kemampuan berpikir kritis (pretest dan posttest). Data yang diperoleh kemudian diinterpretasikan untuk mengetahui sejauh mana *e*-LKPD yang dikembangkan memenuhi kriteria minimal valid, praktis, dan efektif. Hasil dari penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4. 6. Hasil Penelitian Validitas, Kepraktisan, dan Keefektifan *e*-LKPD

No	Kriteria Penilaian	Indikator	Teknik pengumpulan data	Hasil penilaian	Kesimpulan
1	Valid	Kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan	Angket validasi	80,88 % (Valid)	<i>e</i> -LKPD memenuhi kriteria kelayakan isi, bahasa, penyajian, dan kegrafikan sehingga dapat digunakan dengan revisi minor.
2	Praktis	Kelayakan isi, kebahasaan, penyajian, dan kegrafikan	Observasi	89,73 % (sangat praktis)	Peserta didik dapat memahami instruksi dengan jelas, tampilan menarik, dan <i>e</i> -LKPD mudah

No	Kriteria Penilaian	Indikator	Teknik pengumpulan data	Hasil penilaian	Kesimpulan
					digunakan secara mandiri
3	Efektif	1. Peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik 2. Hasil angket respon peserta didik terhadap e-LKPD.	1. Tes 2. Angket respon	3. Pretest = 40,30, Posttest = 79,77 4. 76 % (baik)	Peserta didik dapat memahami instruksi dengan jelas, tampilan menarik, dan e-LKPD mudah digunakan secara mandiri

Berdasarkan data pada Tabel di atas, terlihat bahwa hasil penilaian pada setiap aspek yang dinilai memenuhi kriteria penilaian. Hal ini mengindikasikan bahwa produk e-LKPD yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan baik dari segi sesuai indikator yang ditentukan. Temuan ini menunjukkan bahwa e-LKPD dapat digunakan sebagai media pembelajaran yang mendukung kontekstual dan melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik. Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa tujuan pengembangan produk telah tercapai sesuai dengan indikator keberhasilan yang telah ditetapkan.

C. Kelemahan Penelitian

Selain temuan positif yang diperoleh, penelitian ini tentu tidak terlepas dari beberapa keterbatasan. Salah satu aspek yang menjadi perhatian adalah pada instrumen tes berupa pretest dan posttest yang digunakan untuk

mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik. Meskipun soal-soal tersebut telah disusun berdasarkan indikator berpikir kritis menurut Facione, hasil analisis menunjukkan bahwa tidak semua indikator dapat tergalikan secara optimal. Beberapa soal masih cenderung mengukur keterampilan berhitung dibandingkan keterampilan berpikir kritis secara menyeluruh.

Untuk memperjelas keterbatasan ini, berikut disajikan tabel yang memuat penjelasan indikator berpikir kritis, uraian kelemahan soal yang disusun, serta dampaknya terhadap hasil penelitian.

Tabel 4. 7. Tabel Kelemahan penelitian

No..	Indikator	Penjelasan Indikator	Uraian Kelemahan	Dampak
1	Interpretasi	Kemampuan memahami informasi dari soal berbentuk narasi kontekstual, mengidentifikasi data penting, serta menafsirkan makna konteks permasalahan sebelum melakukan prosedur matematis	Soal interpretasi yang digunakan lebih menekankan pada pengambilan data eksplisit dari teks, belum sepenuhnya mengarahkan peserta didik untuk menafsirkan makna konteks atau keterkaitan informasi dalam cerita	Peserta didik cenderung hanya menyalin angka dari soal tanpa menelaah makna situasi. Hal ini membuat kemampuan interpretasi yang lebih mendalam, seperti memahami maksud permasalahan dan kaitannya dengan konsep eksponensial, belum tergalikan secara optimal.
2	Analisis	Kemampuan dalam menyusun model matematika	Soal analisis relatif sesuai, tetapi cenderung	Peserta didik mampu membuat model, tetapi

		eksponensial dari data atau cerita.	hanya menyusun model eksponensial tanpa menuntut eksplorasi alternatif model.	pemahaman hubungan antar unsur matematika belum tergaliluas dikarenakan data pada soal sudah disajikan dengan eksplisit.
3	Evaluasi	Kemampuan mengevaluasi kewajaran model atau hasil perhitungan pada soal kontekstual pertumbuhan dan peluruhan eksponensial berdasarkan data dan situasi yang diberikan.	Soal lebih berfokus pada perhitungan matematis (misalnya menentukan waktu tertentu), belum mendorong peserta didik menilai ketepatan model atau kewajaran hasil.	Aspek evaluatif belum maksimal, peserta didik lebih banyak berhitung daripada mengecek kembali kesesuaian model matematika dengan soal.
4	Inferensi	Kemampuan menarik kesimpulan dari hasil perhitungan eksponensial.	Beberapa soal hanya menghasilkan jawaban benar-salah sederhana tanpa menuntut penalaran matematis yang kuat.	Kualitas kesimpulan yang ditarik peserta didik kurang mendalam, alasan logis tidak tergalioptimal.

Berdasarkan uraian kelemahan penelitian pada Tabel 4.7, terlihat bahwa beberapa soal yang digunakan belum sepenuhnya mampu menggali kemampuan berpikir kritis peserta didik secara optimal, khususnya pada

aspek analisis dan inferensi. Oleh karena itu, peneliti menyusun contoh soal alternatif yang lebih sesuai dengan indikator berpikir kritis, agar dapat dijadikan rujukan dalam perbaikan instrumen di penelitian selanjutnya. Contoh soal tersebut disajikan pada Tabel 4.8 berikut.

Tabel 4. 8. Contoh soal yang sesuai dengan indikator berpikir kritis

No	Indikator	Contoh Soal yang Benar	Alasan Kesesuaian
1	Interpretasi	<p>“Sebuah kota kecil pada tahun 2020 memiliki jumlah penduduk sebanyak 50.000 jiwa. Setiap tahunnya, jumlah penduduk bertambah rata-rata 4%. Pemerintah kota berencana membangun fasilitas kesehatan baru, namun fasilitas tersebut hanya mampu melayani maksimal 65.000 jiwa.”</p>	<p>Peserta didik tidak hanya menyebut angka 50.000 dan 4%, tetapi juga memahami arti “bertambah 4% per tahun” sebagai laju pertumbuhan eksponensial. Peserta didik harus menafsirkan makna angka terhadap kondisi nyata (keterbatasan fasilitas kesehatan).</p>
2	Analisis	<p>“Seorang peternak menanam bakteri</p>	<p>Soal ini sesuai dengan indikator analisis karena</p>

		<p>dengan jumlah awal 500 dan berkembang 5% tiap jam. Buatlah minimal dua model matematika eksponensial berbeda yang dapat digunakan untuk memodelkan situasi tersebut, lalu jelaskan perbedaannya.”</p>	<p>peserta didik diminta menyusun lebih dari satu model eksponensial dari narasi pertumbuhan bakteri serta menjelaskan perbedaannya, sehingga melatih kemampuan dalam membangun dan membandingkan representasi model matematika dari situasi kontekstual.</p>
3	Evaluasi	<p>“Hasil perhitungan menunjukkan populasi lebah meningkat menjadi 2 juta dalam 5 tahun. Menurut data lapangan, jumlah lebah sebenarnya sekitar 1,2 juta.</p>	<p>Mendorong peserta didik menilai kewajaran hasil dan mengkritisi model, bukan sekadar menghitung.</p>

		Apakah model yang digunakan masih wajar? Jelaskan alasanmu.”	
4	Inferensi	“Seorang peneliti mengamati pertumbuhan bakteri yang jumlah awalnya 200 sel. Setiap 30 menit, bakteri tersebut berkembang dua kali lipat. Jika kadar aman dalam ruangan adalah maksimal 5.000 sel, tentukan jumlah bakteri setelah 2 jam dan simpulkan kondisi ruangan.”	Mengharuskan peserta didik tidak hanya menghitung jumlah bakteri (3.200), tetapi juga menarik kesimpulan logis apakah jumlah tersebut masih dalam batas aman ($3.200 < 5.000 \rightarrow$ ruangan aman).

Berdasarkan tabel tersebut, dapat disimpulkan bahwa instrumen tes dalam penelitian ini masih memiliki keterbatasan dalam menggali kemampuan berpikir kritis secara menyeluruh. Kelemahan penelitian ini terletak pada instrumen soal pretest dan posttest yang belum sepenuhnya menggali indikator berpikir kritis secara menyeluruh. Indikator interpretasi

hanya tergal pada level dasar karena soal cenderung meminta peserta didik menyalin informasi tanpa menafsirkan data ke bentuk tabel atau grafik. Indikator analisis relatif sesuai, namun terbatas pada penyusunan model eksponensial tanpa mendorong eksplorasi model alternatif. Indikator evaluasi belum tergal optimal karena soal lebih berfokus pada perhitungan matematis daripada menilai kewajaran hasil atau model. Indikator inferensi pun kurang mendalam sebab beberapa soal hanya menghasilkan jawaban benar-salah saja, sehingga alasan yang logis kurang tergal maksimal.

Dengan demikian, meskipun penelitian ini berhasil menunjukkan bahwa *e*-LKPD berbasis kontekstual valid, praktis, dan efektif, kualitas instrumen tes masih perlu ditingkatkan. Penelitian lanjutan disarankan untuk menyusun soal dengan variasi representasi (teks, tabel, grafik) serta memperkuat aspek evaluasi dan inferensi agar semua indikator berpikir kritis dapat tergal secara lebih mendalam.

