

Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Android dengan Pendekatan *Problem Solving Polya* pada Materi Konsep Mol

Development of Android-Based Interactive Learning Media Using Polya's Problem Solving Approach for the Topic of the Mole Concept

W Yuhanda¹, B Y Fitri^{1*}

¹Chemistry Education, Universitas Negeri Padang, Prof. Dr. Hamka street, Air Tawar Barat, Sumbar, Indonesia.

* baliyf@fmipa.unp.ac.id

Received on:

6st June 2026

Revised till:

16th October 2026

Accepted on:

20nd October 2026

Publisher version

published on:

20th October 2026

Access License

Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0). Tautan lisensi: [URL lisensi resmi].

Copyright

© [Tahun penerbitan]

Metadata Artikel

Terbit

2026 • Vol.8, No. 2

<https://doi.org/10.24036/ekj.v8.i2.a650>

[36/ekj.v8.i2.a650](https://doi.org/10.24036/ekj.v8.i2.a650)



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran interaktif berbasis Android menggunakan *PowerPoint-iSpring* dengan pendekatan *Problem Solving Polya* pada materi konsep mol Fase E SMA/MA serta menentukan tingkat validitas media yang dihasilkan. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada rendahnya pemahaman peserta didik terhadap konsep mol yang bersifat abstrak dan kompleks, serta belum optimalnya pemanfaatan perangkat Android dalam pembelajaran kimia. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Educational Design Research*) dengan model Plomp yang dibatasi hingga tahap evaluasi formatif sehingga menghasilkan Prototipe III. Tahapan penelitian meliputi analisis kebutuhan dan konteks, studi literatur, pengembangan kerangka konseptual, serta pengembangan Prototipe melalui *self-evaluation*, *expert review*, dan *one-to-one evaluation*. Data dikumpulkan menggunakan lembar validasi ahli dan lembar wawancara peserta didik. Data validitas dianalisis menggunakan indeks Aiken's V berdasarkan penilaian lima dosen ahli pada aspek komponen isi, konstruk, kebahasaan, tampilan/media, dan teknis. *One-to-one evaluation* melibatkan tiga peserta didik berkemampuan rendah, sedang, dan tinggi berdasarkan rekomendasi guru SMA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan memperoleh nilai validitas rata-rata sebesar 0,93 dengan kategori valid. Hasil tersebut menunjukkan media memiliki kesesuaian materi, mengintegrasikan tahapan *Problem Solving Polya* secara sistematis, serta didukung tampilan dan navigasi yang layak. Hasil *one to one evaluation* menunjukkan respons positif terhadap kemudahan penggunaan, kejelasan penyajian materi, dan tampilan media. Dengan demikian, media pembelajaran yang dikembangkan dapat diuji lebih lanjut pada tahap evaluasi selanjutnya.

KATA KUNCI

Media pembelajaran Android, *PowerPoint-iSpring*, *Problem Solving Polya*, konsep mol, model Plomp

ABSTRACT

This study aims to develop an Android-based interactive learning medium using PowerPoint-iSpring with Polya's Problem Solving approach for the mole concept in Phase E of senior high school/MA, as well as to determine the validity level of the resulting medium. The background of this study is based on students' low understanding of the abstract and complex concept of the mole, as well as the suboptimal use of Android devices in chemistry education. This study is an Educational Design Research project using Plomp's model, limited to the formative evaluation stage, resulting in Prototype III. The research stages include needs and context analysis, literature review, conceptual framework development, and prototype development through self-evaluation, expert review, and one-on-one evaluation. Data were collected using expert validation forms and student interview forms. Validity data were analyzed using Aiken's V index based on the assessments of five expert lecturers regarding the aspects of content, construct, language, presentation/media, and technical components. The one to one evaluation involved three students with low, moderate, and high academic ability, based on recommendations from high school teachers. The research results indicate that the developed learning media achieved an average validity score of 0.93, falling into the "valid" category. The results indicate that the media is appropriate in terms of content, systematically integrates Polya's stages of problem-solving, and features an adequate interface and navigation. The results of the one-on-one evaluation show positive responses regarding ease of use, clarity of content presentation, and the media's interface. Consequently, the developed learning media can be further tested in subsequent evaluation phases.

KEYWORDS

Android learning materials, *PowerPoint-iSpring*, Polya's problem-solving method, the mole concept, the Plomp mode

1. PENDAHULUAN

Pendidikan abad ke-21 menekankan pengembangan keterampilan 4C, yaitu berpikir kritis, komunikasi, kreativitas, dan kolaborasi. Keterampilan ini menjadi landasan penting dalam pembelajaran karena peserta didik diperlukan untuk memahami konsep, berinteraksi, dan menyelesaikan masalah secara ilmiah^[1]. Penguasaan keterampilan tersebut sangat menentukan keberhasilan peserta didik dalam menghadapi tuntutan pembelajaran dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Pembelajaran kimia berperan penting dalam mengembangkan keterampilan tersebut karena banyak materi di dalamnya yang tidak hanya menuntut untuk menguasai fakta, konsep, dan prinsip kimia, tetapi juga harus mampu menerapkan pengetahuan dalam menjelaskan fenomena dan menyelesaikan berbagai permasalahan. Kemampuan tersebut dibangun melalui tiga tingkat representasi, yaitu makroskopik, submikroskopik, dan simbolik yang saling melengkapi serta perlu dipahami secara terintegrasi agar peserta didik memperoleh pemahaman konsep yang utuh^[2]. Namun, penelitian Gkitzia *et al.* (2020) melaporkan bahwa peserta didik masih menghadapi kesulitan dalam mengaitkan representasi pada berbagai tingkat pemahaman kimia secara terpadu^[3]. Kondisi ini berdampak pada keterbatasan pemahaman konsep sekaligus kemampuan pemecahan masalah peserta didik.

Salah satu materi kimia yang sangat bergantung pada kemampuan menghubungkan berbagai representasi tersebut adalah konsep mol. Materi konsep mol menjadi dasar bagi berbagai materi kimia karena melibatkan hubungan antara jumlah partikel, massa, volume, dan jumlah zat. Akibatnya, peserta didik yang hanya menghafal rumus cenderung kesulitan begitu soal dimodifikasi atau dikombinasikan dengan konsep lain, karena mereka tidak terbiasa menempuh alur penyelesaian secara sistematis. Selain itu, pemahaman terhadap konsep mol juga mengharuskan peserta didik menghubungkan informasi dalam bentuk angka, simbol, persamaan kimia, dan makna partikel yang terlibat dalam suatu proses kimia. Karakteristik tersebut menyebabkan konsep mol tergolong materi yang sulit dipahami oleh peserta didik.

Kondisi empiris di lapangan turut mengonfirmasi persoalan ini. Hasil wawancara dengan guru kimia dari dua sekolah di Kabupaten Padang Pariaman menunjukkan bahwa sekitar 80% peserta didik mengalami kesulitan mempelajari materi tersebut. Hasil angket juga menunjukkan bahwa 76,7% peserta didik menganggap konsep mol sulit dipahami. Kedua data tersebut diperoleh pada kegiatan observasi awal melalui wawancara dengan guru kimia dan penyebaran angket kepada peserta didik. Hasil wawancara memberikan gambaran mengenai kesulitan belajar peserta didik berdasarkan pengamatan guru, sedangkan hasil angket

menunjukkan persepsi peserta didik terhadap tingkat kesulitan materi konsep mol. Kondisi tersebut sejalan dengan penelitian Pahrin *et al.* (2023) yang menunjukkan bahwa pemahaman peserta didik terhadap konsep mol masih rendah, terutama dalam menghubungkan berbagai konsep yang digunakan dalam penyelesaian soal sehingga diperlukan pembelajaran yang mampu membantu peserta didik berpikir lebih sistematis^[4].

Permasalahan tersebut menunjukkan perlunya pembelajaran yang mendukung pemahaman konsep dan pemecahan masalah secara sistematis. Kemampuan pemecahan masalah tidak berkembang optimal apabila peserta didik hanya diberikan materi dan latihan soal tanpa arahan yang jelas mengenai langkah-langkah penyelesaiannya. Proses pembelajaran perlu memfasilitasi peserta didik untuk memahami masalah, mengidentifikasi informasi yang relevan, menentukan strategi penyelesaian, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh. Kebutuhan ini didukung oleh penelitian Ye *et al.* (2024). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penyelesaian masalah kimia tidak hanya melibatkan perhitungan matematis, tetapi juga berbagai proses kognitif dan metakognitif, seperti memahami masalah, memilih strategi penyelesaian, dan mengevaluasi hasil yang diperoleh^[5]. Untuk itu, diperlukan pendekatan pembelajaran yang dapat membimbing peserta didik menjalani proses pemecahan masalah secara terstruktur.

Pendekatan *Problem Solving Polya* dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran untuk memfasilitasi kebutuhan tersebut. Pendekatan ini terdiri atas empat tahap, yaitu memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan rencana penyelesaian, dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh^[6]. Tahapan tersebut memberikan panduan kepada peserta didik dalam mengorganisasi informasi dan menentukan langkah penyelesaian yang tepat. Sejumlah penelitian menunjukkan efektivitas pendekatan *Problem Solving Polya* terhadap proses berpikir terstruktur. Penelitian Widiana *et al.* (2018) menemukan bahwa penerapan model *Problem Solving Polya* berpengaruh signifikan terhadap kemampuan siswa dalam menyelesaikan soal cerita dibandingkan dengan pembelajaran konvensional^[7]. Penelitian Ernawati dan Lestari (2020) juga melaporkan bahwa pendekatan *Problem Solving Polya* mampu meningkatkan hasil belajar, ketuntasan belajar, serta memberikan respons positif dari peserta didik^[8]. Hasil penelitian tersebut memperkuat bahwa *Problem Solving Polya* relevan diterapkan dalam materi pembelajaran yang bersifat kompleks seperti konsep mol.

Upaya untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran tidak hanya dapat dilakukan melalui pemilihan pendekatan pembelajaran yang tepat, tetapi juga melalui pemanfaatan teknologi digital. Perkembangan teknologi telah mengubah cara peserta

didik memperoleh dan mengakses informasi, termasuk dalam kegiatan belajar. Hasil penyebaran angket yang diberikan kepada peserta didik di dua SMA tersebut menunjukkan bahwa 96,7% peserta didik menggunakan *smartphone* dengan durasi penggunaan 4–6 jam per hari. Tingginya penggunaan *smartphone* menunjukkan bahwa perangkat *mobile* telah menjadi bagian dari kehidupan sehari-hari peserta didik sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai sarana pembelajaran yang mudah diakses kapan saja dan di mana saja. Akan tetapi, potensi ini hanya dapat dimanfaatkan secara optimal apabila didukung oleh desain multimedia yang tepat, mengingat penyajian informasi yang terlalu kompleks justru berisiko meningkatkan beban kognitif peserta didik^[9]. Hal ini sejalan dengan teori *Cognitive Theory of Multimedia Learning* dari Mayer (2024), yang menjelaskan bahwa pembelajaran bermakna terjadi ketika peserta didik dapat mengolah informasi visual dan verbal secara terintegrasi, serta didukung oleh *Cognitive Load Theory* yang menegaskan pentingnya pengelolaan beban kognitif selama proses pembelajaran^[10]. Penelitian Curum dan Khedo (2021) juga menegaskan bahwa efektivitas pembelajaran *mobile* dipengaruhi oleh kemampuan media dalam menyajikan informasi secara terstruktur sehingga mendukung pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik^[11].

Media pembelajaran berbasis Android telah banyak dikembangkan untuk mendukung pembelajaran kimia. Penelitian Depiyahani dan Azra (2023) melaporkan bahwa media Android pada materi konsep mol memperoleh penilaian sangat baik pada aspek validitas dan kepraktisan^[12]. Penelitian Adawiyah & Azra juga menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Android pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit telah memenuhi kriteria validitas isi, konstruk, dan media^[13], namun media tersebut belum secara khusus mengintegrasikan tahapan pemecahan masalah secara sistematis dalam desain media. Pola serupa juga ditemukan pada penelitian di materi kimia lainnya. Penelitian Lahimade *et al.* (2025) pada materi struktur atom^[14] dan penelitian Gulo *et al.* (2024) pada materi hukum-hukum dasar kimia^[15] sama-sama menghasilkan media Android yang menggunakan *iSpring Suite 11* dan *Website 2 APK Builder* yang valid dan praktis, tetapi keduanya tetap berfokus pada penyajian konten interaktif, bukan pada *scaffolding* proses berpikir peserta didik dalam menyelesaikan soal. Sementara itu, penelitian Rifaan *et al.* (2022) yang menunjukkan bahwa media Android mampu meningkatkan motivasi belajar, hasil belajar kognitif, kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan pemecahan masalah peserta didik^[16], tetapi penelitian tersebut tidak merinci kerangka pemecahan masalah yang digunakan dalam desain medianya.

Bila kelima penelitian tersebut disandingkan, terlihat pola yang konsisten. Media Android pada

pembelajaran kimia termasuk untuk konsep mol umumnya masih dirancang sebagai wadah penyajian materi, latihan, dan evaluasi, sedangkan proses berpikir sistematis yang dibutuhkan peserta didik untuk mengidentifikasi informasi, menentukan strategi, dan mengevaluasi hasil penyelesaian belum diakomodasi secara eksplisit dalam struktur medianya. Pola ini menjadi persoalan penting apabila dikaitkan kembali dengan akar permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, sebab kesulitan peserta didik pada konsep mol sesungguhnya bersumber dari lemahnya proses berpikir sistematis tersebut, bukan semata dari keterbatasan akses terhadap materi. Dengan demikian, pendekatan pengembangan media yang berhenti pada penyajian konten berisiko tidak menyentuh akar permasalahan yang sesungguhnya ingin diatasi.

Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan media pembelajaran berbasis Android pada konsep mol yang secara eksplisit mengintegrasikan tahapan *Problem Solving Polya* sebagai *scaffolding* kognitif ke dalam struktur medianya, bukan sekadar menempatkannya sebagai materi tambahan. Integrasi ini diwujudkan melalui tiga komponen yang saling melengkapi yaitu: *PowerPoint* sebagai basis penyusunan materi secara sistematis, *iSpring* untuk mengonversi materi tersebut menjadi media interaktif berbasis HTML5 yang menyajikan animasi, video, kuis, dan langkah penyelesaian soal secara runtut mengikuti tahapan Polya, serta *Website 2 APK Builder* untuk mengemas keseluruhan media menjadi aplikasi Android yang dapat diakses secara offline. Ketiga komponen ini dipilih karena setiap tahap Polya dapat dipetakan langsung ke elemen interaktif *iSpring*, misalnya kuis bertahap untuk tahap "merencanakan" dan "memeriksa kembali" sehingga peserta didik dituntun mengikuti alur berpikir yang terstruktur, bukan sekadar mengakses materi secara pasif. Karakteristik inilah yang membedakan media yang dikembangkan dalam penelitian ini dari media Android pada konsep mol yang telah ada sebelumnya.

Sejalan dengan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan media pembelajaran berbasis Android menggunakan *PowerPoint–iSpring* yang mengintegrasikan tahapan *Problem Solving Polya* pada materi konsep mol serta menguji validitasnya. Penelitian ini dibatasi pada tahap pengembangan dan uji validitas media, sehingga belum mencakup pengujian kepraktisan maupun efektivitas media dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah, pemahaman konsep, atau hasil belajar peserta didik.

2. METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Educational Design Research*). Penelitian ini menggunakan model pengembangan Plomp, yang terdiri atas tiga tahap, yaitu *preliminary research*, *development*

or *prototyping phase*, dan *assessment phase* ^[17]. Namun, penelitian ini dibatasi sampai tahap validasi produk sehingga menghasilkan Prototipe III yang dinyatakan valid. Perlu ditegaskan bahwa dua jenis data dikumpulkan dalam tahap ini dengan tujuan yang berbeda:

- 1) *Expert review* menghasilkan data validitas isi dan konstruk yang dianalisis secara kuantitatif menggunakan Aiken's V;
- 2) *One-to-one evaluation* menghasilkan data kepraktisan awal (*preliminary practicality*) yang bersifat kualitatif-deskriptif dan berfungsi sebagai evaluasi formatif untuk revisi produk.

Kedua data ini saling melengkapi, tetapi tidak digabungkan dalam satu indeks validitas. *One-to-one evaluation* tidak dimaksudkan untuk menguji kepraktisan produk secara penuh (yang memerlukan uji coba kelas dengan jumlah subjek lebih besar), melainkan sebagai langkah formatif kecil sebelum produk dinyatakan sebagai Prototipe III.

Tahap *preliminary research* meliputi analisis kebutuhan dan konteks, studi literatur, serta pengembangan kerangka konseptual. Analisis kebutuhan dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur dengan dua orang guru kimia dari dua SMA di Kabupaten Padang Pariaman, serta penyebaran angket kepada 15 peserta didik di masing-masing sekolah, sehingga total responden berjumlah 30 peserta didik. Wawancara bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran konsep mol, karakteristik peserta didik, media pembelajaran yang telah digunakan, serta kebutuhan guru terhadap media pembelajaran. Angket peserta didik digunakan untuk memperoleh informasi mengenai kesulitan belajar, pengalaman menggunakan media pembelajaran, dan kebutuhan terhadap media pembelajaran interaktif. Data hasil wawancara dianalisis secara kualitatif melalui tahapan reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan. Sementara itu, data angket dianalisis secara deskriptif menggunakan persentase untuk menggambarkan kebutuhan peserta didik terhadap media pembelajaran. Analisis konteks dilakukan dengan mengkaji materi konsep mol berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) dan Tujuan Pembelajaran (TP) pada Kurikulum Merdeka Fase E. Studi literatur dilakukan melalui penelaahan berbagai sumber yang relevan dengan media pembelajaran yang dikembangkan. Hasil analisis digunakan sebagai dasar penyusunan desain awal media yang dikembangkan.

Tahap selanjutnya, yaitu *development or prototyping phase* diawali dengan penyusunan Prototipe I berupa desain awal media pembelajaran. Prototipe I dievaluasi melalui *self-evaluation* menggunakan lembar daftar periksa (*checklist*) yang disusun berdasarkan spesifikasi produk dan indikator pengembangan media. Aspek yang diperiksa meliputi kelengkapan materi, kesesuaian dengan tahapan *Problem Solving Polya*,

konsistensi tampilan, fungsi navigasi, ketepatan bahasa, serta kesalahan penulisan. Hasil *self-evaluation* dianalisis secara deskriptif dengan mengidentifikasi setiap kekurangan produk yang ditemukan. Selanjutnya, dilakukan revisi hingga diperoleh Prototipe II yang siap divalidasi oleh para ahli.

Prototipe II yang dihasilkan selanjutnya dievaluasi melalui *expert review* oleh lima orang dosen kimia FMIPA Universitas Negeri Padang. Validator terdiri atas ahli bidang kimia, ahli media pembelajaran, dan ahli evaluasi. Pemilihan validator didasarkan pada bidang keahlian masing-masing, yaitu bidang kimia, pengembangan media pembelajaran, dan evaluasi pembelajaran, sehingga diharapkan mampu memberikan penilaian yang komprehensif terhadap kualitas media pembelajaran yang dikembangkan. Instrumen validasi dikembangkan berdasarkan kajian teori mengenai pengembangan media pembelajaran, karakteristik media digital interaktif, *Problem Solving Polya*, serta penelitian-penelitian terdahulu yang relevan. Penyusunan instrumen dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu identifikasi konstruk yang diukur, penyusunan indikator pada setiap aspek validasi, penyusunan butir pernyataan, telaah teoritis, serta penyempurnaan instrumen sebelum digunakan dalam proses validasi. Instrumen validasi terdiri atas 32 butir pernyataan yang mencakup lima aspek, yaitu komponen isi, konstruk, kebahasaan, tampilan/media, dan teknis. Lembar validasi menggunakan skala Likert lima tingkat, yaitu skor 1 (sangat tidak sesuai), skor 2 (tidak sesuai), skor 3 (cukup sesuai), skor 4 (sesuai), dan skor 5 (sangat sesuai). Validator juga memberikan komentar dan saran tertulis sebagai masukan kualitatif yang digunakan sebagai dasar revisi produk.

Aspek komponen isi mencakup kesesuaian materi dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan penerapan langkah-langkah *Problem Solving Polya*. Aspek konstruk mencakup sistematika penyajian materi dan kesesuaian aktivitas pembelajaran. Aspek kebahasaan mencakup keterbacaan dan ketepatan penggunaan bahasa. Aspek tampilan/media mencakup desain visual, keterbacaan teks, serta konsistensi tampilan media. Aspek teknis mencakup kemudahan penggunaan dan fungsi navigasi media. Contoh butir yang dinilai adalah "Materi yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran fase E" dan "media mudah dioperasikan". Saran dan komentar dari para validator digunakan sebagai dasar dalam melakukan perbaikan media pembelajaran.

Validitas media dianalisis dengan indeks Aiken's V untuk mengetahui tingkat kesepakatan para validator terhadap setiap butir yang dinilai. Rumus Aiken's V sebagai berikut:

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

$$s = r - l_0$$

Keterangan: V = validitas

r = skor yang diberikan validator

l_0 = skor terendah pada skala

n = jumlah validator

c = jumlah kategori penilaian^[12]

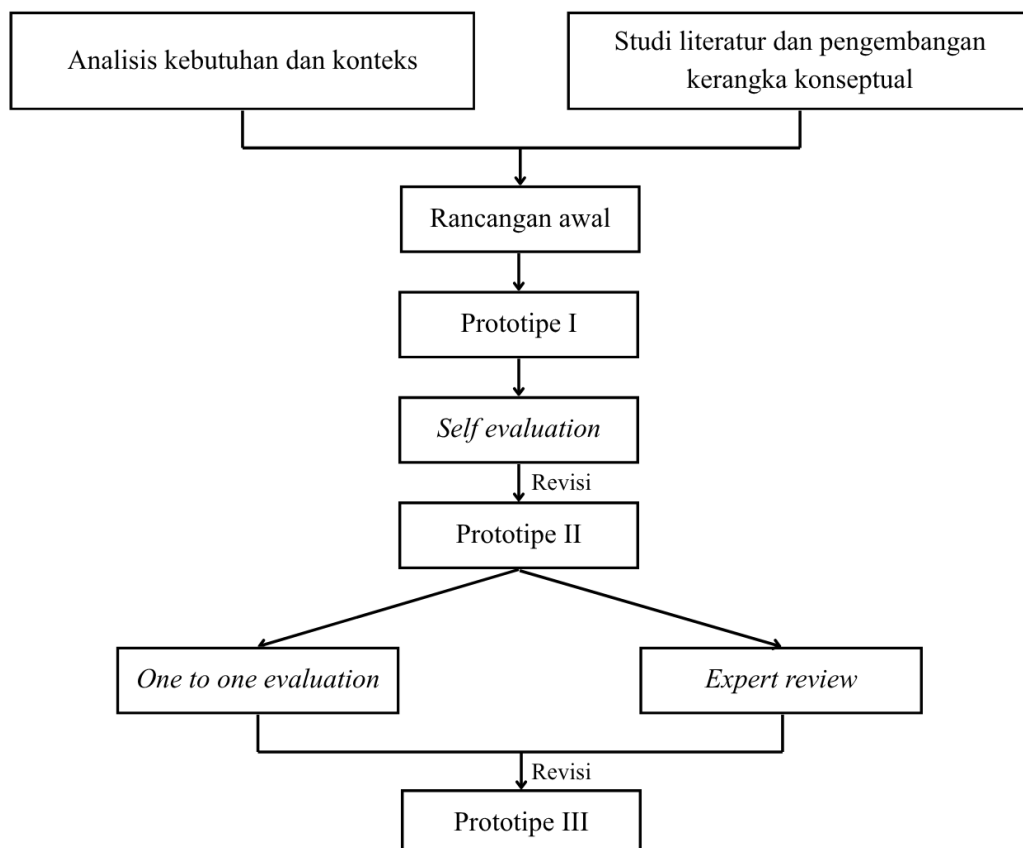
Penelitian ini menggunakan lima validator dengan skala penilaian lima kategori. Berdasarkan tabel nilai kritis Aiken, nilai $V \geq 0,80$ dikategorikan valid sehingga suatu butir dinyatakan memiliki validitas isi yang memadai apabila memenuhi batas tersebut. Nilai validitas setiap aspek diperoleh dari rata-rata nilai seluruh butir pada aspek yang bersangkutan.

Selain itu, dilakukan *one-to-one evaluation* yang melibatkan tiga peserta didik di salah satu SMA tersebut dengan kemampuan tinggi, sedang, dan rendah berdasarkan rekomendasi guru kimia. *One-to-one evaluation* dilakukan secara individual. Peserta didik diminta menggunakan media pembelajaran secara mandiri dengan pendampingan peneliti apabila mengalami kendala teknis. Setelah seluruh aktivitas pembelajaran selesai, dilakukan wawancara semi-terstruktur.

Pedoman wawancara terdiri atas 21 pertanyaan yang mencakup lima aspek, yaitu komponen isi, konstruk, kebahasaan, tampilan/media, dan teknis. Aspek komponen isi bertujuan untuk memperoleh

informasi mengenai kemudahan peserta didik memahami materi konsep mol, keruntutan penyajian materi, serta kesesuaian contoh dan latihan soal. Aspek konstruk mengevaluasi kemudahan mengikuti langkah pembelajaran, kejelasan tahapan *Problem Solving Polya*, keruntutan kegiatan belajar, dan dukungan media terhadap pembelajaran mandiri. Aspek kebahasaan meliputi kemudahan dalam memahami bahasa, kejelasan istilah dan petunjuk penggunaan, serta kesesuaian bahasa dengan tingkat perkembangan peserta didik. Aspek tampilan/media mencakup daya tarik tampilan, pemilihan warna, gambar, ikon, dan ukuran tulisan, serta pengaruh tampilan terhadap minat belajar. Sementara itu, aspek teknis mengkaji kemudahan penggunaan tombol navigasi, fungsi fitur media, kompatibilitas pada perangkat Android, serta kendala teknis yang dialami peserta didik selama menggunakan media.

Data wawancara dianalisis secara kualitatif menggunakan teknik analisis tematik melalui tahapan reduksi data, pengelompokan berdasarkan tema, penarikan kesimpulan, dan penyusunan rekomendasi revisi. Hasil analisis disajikan secara deskriptif dan digunakan sebagai dasar penyempurnaan produk. Revisi terhadap Prototipe II dilakukan berdasarkan hasil *expert review* dan *one-to-one evaluation*. Hasil revisi tersebut menghasilkan Prototipe III yang dinyatakan valid dan siap digunakan pada tahap pengembangan berikutnya. Prosedur penelitian dengan menggunakan model pengembangan Plomp secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Pengembangan Penelitian

Penelitian dilaksanakan setelah memperoleh izin dari sekolah yang menjadi lokasi penelitian. Partisipasi guru dan peserta didik dalam penelitian ini bersifat sukarela dengan persetujuan (*informed consent*) yang disampaikan sebelum wawancara dan pengisian angket dilaksanakan. Identitas seluruh partisipan dijaga kerahasiaannya dan data yang diperoleh hanya digunakan untuk kepentingan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Preliminary research (Penelitian Awal)

3.1.1 Needs and Context Analysis (Analisis Kebutuhan dan Konteks)

Berdasarkan analisis kebutuhan yang dilakukan melalui wawancara dengan guru kimia serta angket kepada peserta didik dari dua SMA di Kabupaten Padang Pariaman, diperoleh bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami materi konsep mol, terutama dalam menghubungkan konsep mol dengan massa, volume, jumlah partikel, dan molaritas. Kesulitan tersebut berdampak pada kebingungan peserta didik dalam memilih rumus dan menentukan langkah penyelesaian soal. Selain itu, pemanfaatan *smartphone* sebagai media belajar kimia masih belum optimal, meskipun sebagian besar peserta didik telah memiliki perangkat Android. Di sisi lain, media pembelajaran berbasis Android yang interaktif, visual, dan dapat digunakan secara mandiri belum tersedia secara memadai, sehingga pembelajaran masih didominasi papan tulis, *PowerPoint* sederhana, praktikum, dan latihan soal. Di sisi lain, pendekatan *Problem Solving Poly* belum diterapkan secara optimal, padahal pendekatan ini berpotensi membantu peserta didik berpikir sistematis dalam menyelesaikan soal kimia.

Analisis konteks dilakukan terhadap Capaian Pembelajaran (CP), Tujuan Pembelajaran (TP), dan ruang lingkup materi konsep mol pada Kurikulum Merdeka dengan pendekatan *Deep Learning*. Berdasarkan hasil analisis, materi konsep mol termasuk ke dalam CP kimia Fase E, yaitu “menganalisis partikel penyusun materi dan menerapkan konsep stoikiometri dalam berbagai aspek kuantitatif reaksi kimia”. CP tersebut kemudian dijabarkan ke dalam beberapa tujuan pembelajaran sebagai berikut:

- 1) Peserta didik dapat mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengomunikasikan hasil untuk menganalisis partikel penyusun materi dalam suatu zat.
- 2) Peserta didik dapat mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengomunikasikan hasil untuk menganalisis konsep mol dalam perhitungan kimia.
- 3) Peserta didik dapat mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi,

serta mengomunikasikan hasil untuk menentukan massa molar dan komposisi zat suatu senyawa.

- 4) Peserta didik dapat mengamati, mempertanyakan dan memprediksi, merencanakan dan melakukan penyelidikan, memproses dan menganalisis data dan informasi, mengevaluasi dan merefleksi, serta mengomunikasikan hasil untuk menerapkan konsep stoikiometri dalam persamaan reaksi kimia.

Berdasarkan tujuan pembelajaran tersebut, penelitian ini difokuskan pada pengembangan media pembelajaran pada materi konsep mol yang menekankan pada pemahaman konsep peserta didik pada ranah kognitif. Adapun ruang lingkup materi yang dibahas dalam media pembelajaran adalah:

- 1) Hubungan konsep mol dengan jumlah partikel
- 2) Hubungan konsep mol dengan massa zat
- 3) Hubungan konsep mol dengan molaritas
- 4) Hubungan konsep mol dengan volume
- 5) Hubungan konsep mol dengan jumlah partikel, massa, molaritas, dan volume.

3.1.2 Review of Literature (Studi Literatur)

Tahap studi literatur dilakukan untuk mengkaji teori, penelitian terdahulu, dan informasi yang relevan terkait kesulitan peserta didik pada materi konsep mol, penggunaan media pembelajaran berbasis Android, *PowerPoint-iSpring*, serta penerapan pendekatan *Problem Solving Poly*. Hasil kajian menunjukkan bahwa peserta didik masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep mol, khususnya dalam mengonversi jumlah mol dengan jumlah partikel, massa, dan volume. Hal ini sejalan dengan penelitian Pahrudin *et al.* (2023) yang menyatakan bahwa kemampuan konversi tersebut masih terbatas sehingga diperlukan media pembelajaran yang lebih sistematis untuk membantu pemahaman konsep^[4].

Hasil studi literatur juga menunjukkan bahwa media pembelajaran berbasis Android menggunakan *PowerPoint iSpring* memiliki kelayakan yang baik dalam pembelajaran kimia. Penelitian Lahimade *et al.* (2025) menunjukkan bahwa media berbasis Android menggunakan *iSpring Suite 11* dan *Website 2 APK Builder* sangat layak dan mampu memfasilitasi representasi makroskopik, mikroskopik, dan simbolik^[14]. Penelitian Depiyahiyah & Azra (2023) juga menunjukkan bahwa media berbasis Android pada materi konsep mol tergolong valid dan sangat praktis digunakan^[12]. Selanjutnya, Rifaan *et al.* (2022) menemukan bahwa media Android memberikan respon sangat baik dari peserta didik serta efektif dalam meningkatkan motivasi, hasil belajar, dan kemampuan pemecahan masalah^[15]. Hasil serupa juga ditunjukkan oleh Saputri *et al.* (2022) serta Oktavia & Guspatni (2022) yang menyatakan bahwa media *PowerPoint-iSpring* memiliki validitas, kepraktisan, dan efektivitas yang baik dalam meningkatkan hasil belajar peserta didik^[18,19].

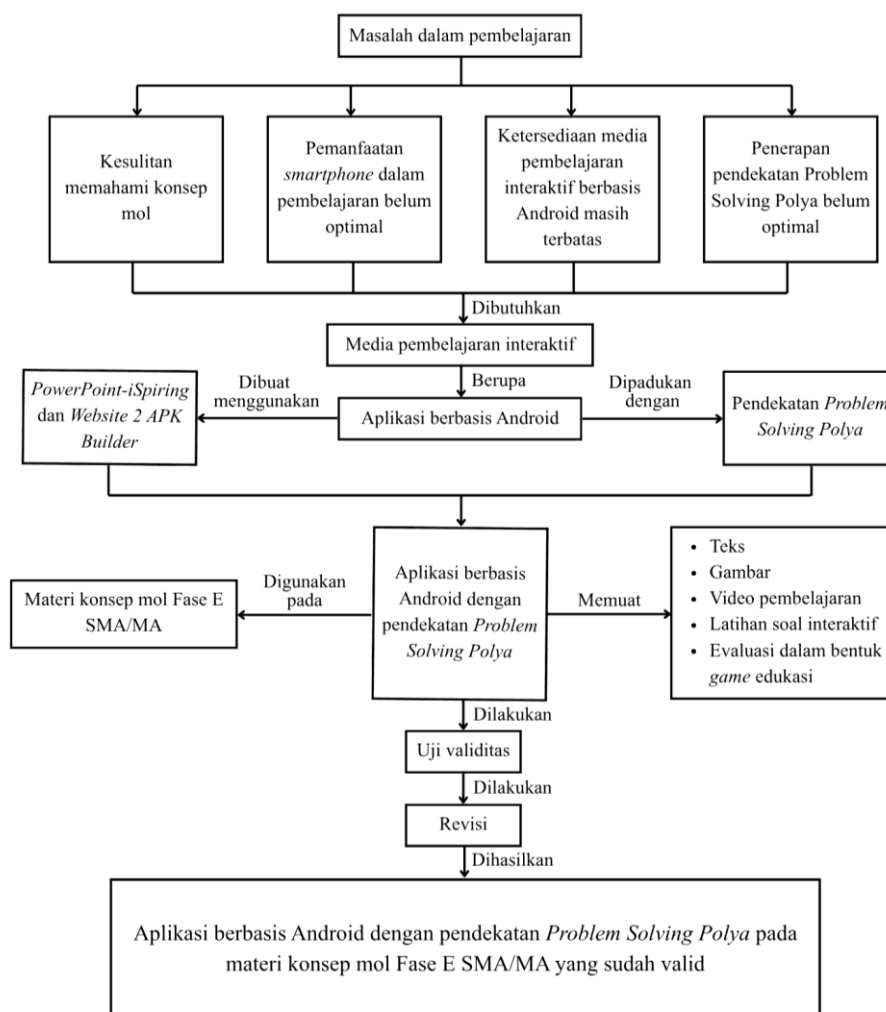
Studi literatur terhadap pendekatan *Problem Solving Polya* menunjukkan pengaruh positif terhadap kemampuan pemecahan masalah peserta didik. Penelitian Widiana *et al.* (2018) menunjukkan adanya peningkatan kemampuan peserta didik dalam menyelesaikan soal, sedangkan Ernawati & Lestari (2020) menyatakan bahwa model ini efektif dalam meningkatkan capaian belajar serta kemampuan pemecahan masalah secara sistematis^[7,8]. Dengan demikian, pendekatan *Problem Solving Polya* dinilai relevan untuk diterapkan dalam pembelajaran konsep mol. Pengembangan isi materi dalam media pembelajaran didasarkan pada beberapa referensi buku kimia, yaitu *Complete Chemistry for Cambridge 2nd Edition*, *Chemistry 10th Edition*, dan *Chemistry: The Molecular Nature of Matter 6th Edition*. Ketiga buku tersebut digunakan sebagai acuan dalam penyusunan materi, contoh soal, serta penguatan konsep kimia pada media pembelajaran agar sesuai dengan kaidah ilmiah dan kebutuhan pembelajaran konsep mol

3.1.3 Development of a Conceptual Framework (Pengembangan Kerangka Konseptual)

Hasil pengembangan kerangka konseptual menunjukkan bahwa perancangan media pembelajaran didasarkan pada identifikasi berbagai permasalahan dalam pembelajaran konsep mol. Permasalahan tersebut meliputi kesulitan peserta didik dalam memahami

konsep mol, pemanfaatan *smartphone* yang belum optimal dalam pembelajaran, keterbatasan ketersediaan media pembelajaran interaktif berbasis Android, serta belum optimalnya penerapan pendekatan *Problem Solving Polya*. Kondisi tersebut mengarah pada kebutuhan pengembangan media pembelajaran interaktif yang mampu menjawab permasalahan tersebut secara terpadu.

Kerangka konseptual yang dirumuskan menghasilkan rancangan media pembelajaran interaktif berupa aplikasi berbasis Android yang dipadukan dengan pendekatan *Problem Solving Polya*. Aplikasi dikembangkan menggunakan *PowerPoint-iSpring* dan *Website 2 APK Builder* serta memuat materi konsep mol Fase E SMA/MA dalam bentuk teks, gambar, video, latihan soal interaktif, dan evaluasi berbasis *game* edukasi. Media yang dihasilkan selanjutnya melalui tahap uji validitas dan revisi sehingga diperoleh produk akhir berupa aplikasi pembelajaran yang dinyatakan valid untuk digunakan dalam pembelajaran konsep mol. Kerangka ini menegaskan bahwa integrasi teknologi *mobile* dan pendekatan pemecahan masalah dapat menjadi solusi atas keterbatasan pembelajaran yang ada. Kerangka konseptual tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 yang menggambarkan alur pengembangan media secara sistematis mulai dari analisis kebutuhan hingga menghasilkan produk akhir.



Gambar 2. Kerangka Konseptual

3.2 Development or prototyping phase (Pengembangan atau pembentukan Prototipe)

3.2.1 Prototipe I

Pengembangan Prototipe I menghasilkan media pembelajaran interaktif berbasis Android pada materi konsep mol yang disusun berdasarkan *flowchart*, *storyboard*, analisis kebutuhan, dan kajian literatur. Hasil analisis menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami hubungan antara konsep mol, massa, jumlah partikel, volume gas, dan molaritas karena pembelajaran masih didominasi penyampaian materi secara tekstual, penggunaan rumus secara prosedural, serta minimnya media pembelajaran interaktif berbasis Android. Selain itu, pendekatan *Problem Solving Polya* belum diterapkan secara sistematis dalam proses pembelajaran sehingga peserta didik mengalami kesulitan menentukan langkah penyelesaian soal secara runtut. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan tersebut, setiap fitur yang dikembangkan dalam media dirancang secara spesifik untuk mengatasi permasalahan pembelajaran yang telah diidentifikasi. Oleh karena itu, keputusan desain media tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis, tetapi juga berorientasi pada pemenuhan kebutuhan belajar peserta didik.

Pengembangan media dilakukan dengan menggunakan *PowerPoint* yang dipadukan dengan *iSpring Suite 11* untuk menghasilkan media interaktif berbasis HTML5, kemudian dikonversi menjadi aplikasi Android menggunakan *Website 2 APK Builder*^[20]. Pemilihan perangkat lunak tersebut didasarkan pada kemampuannya mengintegrasikan berbagai bentuk multimedia, seperti teks, gambar, animasi, video pembelajaran, kuis interaktif, dan umpan balik otomatis tanpa memerlukan pemrograman kompleks. Dengan demikian, media yang dihasilkan dapat dioperasikan secara mandiri melalui perangkat Android dan tetap dapat digunakan secara *offline*, sehingga sesuai dengan kondisi peserta didik yang memiliki keterbatasan akses internet.

Keputusan untuk menyajikan materi melalui kombinasi teks, ilustrasi, video pembelajaran, dan aktivitas interaktif didasarkan pada hasil analisis kebutuhan yang menunjukkan bahwa peserta didik mengalami kesulitan memahami hubungan antarkonsep pada materi konsep mol. Desain tersebut sejalan dengan *Cognitive Theory of Multimedia Learning* yang menyatakan bahwa kombinasi representasi verbal dan visual membantu peserta didik mengorganisasi informasi serta membangun pemahaman konseptual yang lebih baik^[21]. Dalam media ini, video pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai pelengkap, tetapi dirancang untuk memvisualisasikan hubungan antarkonsep yang sulit diamati melalui penyajian teks saja. Dengan demikian, penyediaan video pembelajaran merupakan solusi terhadap kebutuhan peserta didik akan representasi konsep yang lebih konkret sehingga hubungan antara mol, massa, jumlah partikel, volume gas, dan molaritas dapat dipahami secara lebih utuh.

Kesulitan peserta didik dalam menentukan langkah penyelesaian soal juga menjadi dasar integrasi tahapan *Problem Solving Polya* pada setiap contoh soal dan latihan terbimbing. Tahapan memahami masalah (*understanding the problem*), menyusun rencana

(*devising a plan*), melaksanakan rencana (*carrying out the plan*), dan memeriksa kembali (*looking back*) diterapkan secara konsisten agar peserta didik memiliki panduan berpikir sistematis. Integrasi tahapan tersebut merupakan respons langsung terhadap temuan analisis kebutuhan yang menunjukkan bahwa peserta didik belum memiliki strategi penyelesaian soal yang sistematis. Untuk mendukung keterlibatan peserta didik dalam proses belajar, digunakan berbagai fitur interaktif *iSpring* seperti *drag the words*, *matching*, *sequence*, *multiple response*, dan *short answer*. Pemilihan aktivitas tersebut bertujuan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berinteraksi secara aktif dengan materi yang dipelajari, bukan hanya membaca informasi secara pasif. Setiap aktivitas disertai umpan balik otomatis yang memberikan informasi mengenai jawaban benar maupun salah sehingga peserta didik dapat segera melakukan perbaikan apabila masih mengalami kesalahan. Penyediaan umpan balik secara langsung merupakan salah satu bentuk *formative feedback* yang mendukung proses belajar melalui identifikasi kesalahan dan perbaikan selama pembelajaran berlangsung. Menurut Tomi *et al.* (2020), pemberian umpan balik dalam pembelajaran multimedia dapat membantu meningkatkan pemahaman konsep dan retensi belajar peserta didik^[22]. Untuk itu, kombinasi latihan interaktif dan umpan balik otomatis dikembangkan sebagai solusi terhadap kebutuhan peserta didik akan pengalaman belajar yang lebih aktif sekaligus membantu mereka mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan selama proses belajar.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, sebagian besar peserta didik telah memiliki *smartphone* Android, namun perangkat tersebut belum dimanfaatkan sebagai media belajar. Oleh karena itu, aplikasi dirancang agar dapat digunakan secara *offline* dan dilengkapi dengan fitur penyimpanan progres belajar. Fitur ini memungkinkan peserta didik melanjutkan pembelajaran dari posisi terakhir tanpa harus mengulang seluruh materi ketika aplikasi dibuka kembali. Karakteristik tersebut mendukung pelaksanaan pembelajaran mandiri karena peserta didik memiliki fleksibilitas dalam mengatur waktu, tempat, dan kecepatan belajar sesuai kebutuhannya. Dengan demikian, media tidak hanya berfungsi sebagai penyaji materi, tetapi juga memfasilitasi pengelolaan aktivitas belajar secara mandiri.

Desain navigasi media disusun secara bertahap dengan mengarahkan peserta didik mengikuti urutan pembelajaran yang telah dirancang. Keputusan untuk tidak memberikan akses bebas menuju seluruh materi pada awal penggunaan didasarkan pada kebutuhan agar peserta didik mempelajari konsep secara berurutan sebelum berpindah ke materi berikutnya. Oleh karena itu, media sengaja dirancang tanpa menyediakan tombol kembali (*back button*) pada halaman-halaman utama pembelajaran agar peserta didik mengikuti alur pembelajaran secara sistematis dan tidak melewati tahapan materi yang telah disusun. Desain ini bertujuan memastikan setiap konsep prasyarat dipahami terlebih dahulu sebelum peserta didik mempelajari konsep yang lebih kompleks. Namun, materi yang telah diselesaikan tetap dapat diakses kembali sehingga peserta didik dapat melakukan pengulangan sesuai kebutuhan. Desain navigasi tersebut menerapkan prinsip *scaffolding*, yaitu

pemberian bantuan belajar secara bertahap sehingga peserta didik memperoleh pemahaman yang memadai sebelum mempelajari konsep yang lebih kompleks^[23].

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, peserta didik memerlukan media yang tidak hanya menyajikan materi, tetapi juga menyediakan latihan yang menarik, bertahap, dan memungkinkan penguatan konsep secara mandiri. Oleh karena itu, materi yang telah dipelajari diperkuat melalui *game* edukasi yang terdiri atas 20 level dengan tingkat kesulitan yang meningkat secara bertahap. *Game* ini memanfaatkan berbagai fitur kuis *iSpring*, seperti *Multiple Choice*, *Fill in the Blanks*, *Matching*, *Drag the Words*, *Select from List*, *Sequence*, *Multiple Response*, *True/False*, *Numeric*, dan *Short Answer*, untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik sekaligus melatih pemahaman konsep mol. Seluruh level harus diselesaikan secara berurutan dan level berikutnya hanya dapat diakses setelah level sebelumnya berhasil diselesaikan, sehingga peserta didik mengikuti alur pembelajaran yang telah dirancang. Namun, level yang telah terbuka tetap dapat diakses kembali untuk mengulang dan memperkuat pemahaman materi. Pola ini sejalan dengan prinsip *mastery learning* yang menekankan penguasaan materi sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya^[24].

Secara keseluruhan, Prototipe I menghasilkan media pembelajaran berbasis Android yang dirancang berdasarkan hasil analisis kebutuhan, kajian literatur, serta pendekatan *Problem Solving Polya*. Setiap karakteristik media, mulai dari penyajian multimedia, navigasi bertahap, aktivitas interaktif, umpan balik otomatis, penyimpanan progres belajar, hingga *game* edukasi, dikembangkan sebagai respons terhadap permasalahan yang ditemukan pada tahap analisis. Oleh karena itu, Prototipe I tidak hanya merepresentasikan hasil pengembangan produk, tetapi juga menunjukkan bagaimana kebutuhan pengguna diterjemahkan menjadi keputusan desain yang memiliki dasar pedagogis dan teoritis yang jelas sebelum memasuki tahap evaluasi formatif.

3.2.2 Prototipe II

Prototipe II merupakan hasil penyempurnaan Prototipe I melalui tahap *self-evaluation* yang dilakukan sebelum media dinilai oleh validator. Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kesesuaian media dengan tujuan pengembangan serta memastikan bahwa seluruh komponen utama telah berfungsi dengan baik sebelum memasuki tahap *expert review*. Dengan demikian, *self-evaluation* berperan sebagai evaluasi awal untuk meminimalkan kelemahan produk sebelum dilakukan penilaian oleh ahli.

Self-evaluation dilakukan menggunakan lembar evaluasi yang mencakup 23 indikator pada aspek

kesesuaian isi, penerapan *Problem Solving Polya*, tampilan, navigasi dan interaktivitas, teknis, serta kebahasaan. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa seluruh indikator telah memenuhi kriteria yang ditetapkan. Meskipun demikian, dilakukan penyempurnaan terhadap beberapa komponen, seperti konsistensi tampilan, fungsi navigasi dan *hyperlink*, serta pemeriksaan kembali kesesuaian materi, istilah, dan simbol kimia sebelum media memasuki tahap validasi ahli. Melalui proses tersebut, Prototipe II dihasilkan sebagai produk yang telah memenuhi kualitas awal baik dari aspek isi maupun teknis sehingga siap untuk dievaluasi lebih lanjut melalui *expert review* dan *one-to-one evaluation*. Tahap ini memastikan bahwa media yang divalidasi oleh ahli merupakan produk yang telah melalui proses penyempurnaan internal sesuai dengan tujuan pengembangannya. Hal tersebut sejalan dengan pendapat Tessmer (1993) yang menyatakan bahwa *self-evaluation* berperan dalam mengidentifikasi kekurangan produk sejak tahap awal sehingga kualitas produk dapat ditingkatkan sebelum memasuki tahap evaluasi berikutnya^[25].

3.2.3 Prototipe III

Kualitas Prototipe II yang telah memenuhi kriteria awal menjadi landasan untuk melaksanakan evaluasi formatif melalui *expert review* dan *one-to-one evaluation* untuk menghasilkan Prototipe III. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai tingkat validitas media serta mengidentifikasi bagian-bagian yang masih memerlukan perbaikan sebelum dilakukan uji coba pada kelompok yang lebih luas. Menurut Tessmer (1993), *expert review* dilakukan untuk menilai kesesuaian produk berdasarkan pertimbangan para ahli, sedangkan *one-to-one evaluation* bertujuan untuk memperoleh umpan balik awal dari pengguna sasaran terhadap produk yang dikembangkan^[25]. Hasil kedua tahapan tersebut menjadi dasar dalam perbaikan media pembelajaran sehingga diperoleh produk yang lebih sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kebutuhan peserta didik.

Penilaian validitas media pembelajaran dilakukan oleh lima orang dosen kimia yang memiliki kompetensi dalam bidang pendidikan kimia dan pengembangan media pembelajaran. Analisis data dilakukan dengan menggunakan indeks Aiken's V yang mencakup komponen isi, konstruk, kebahasaan, tampilan/media, dan teknis. Pada bagian ini dibahas hasil validasi aspek komponen isi, yang hasilnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Validasi Aspek Komponen Isi

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata V	Kategori Valid
1	Materi yang disajikan sesuai dengan capaian pembelajaran fase E	0,90	Valid
2	Materi yang disajikan sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan	0,95	Valid
3	Materi konsep mol sesuai dengan lingkup materi kimia SMA/MA	1,00	Valid
4	Kebenaran konsep, prinsip, dan fakta kimia yang disajikan dalam media	0,95	Valid

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata V	Kategori Valid
5	Rumus, simbol, notasi, dan satuan kimia disajikan secara tepat	0,95	Valid
6	Contoh soal yang diberikan sesuai dengan materi konsep mol	0,95	Valid
7	Variasi soal yang disajikan mampu melatih kemampuan konseptual dan numerik peserta didik	0,90	Valid
8	Latihan soal sesuai dengan tujuan pembelajaran	0,85	Valid
9	Penyajian materi mendukung pemahaman hubungan antar konsep mol (massa, partikel, volume gas, molaritas, dan persamaan kimia)	0,85	Valid
10	Isi materi penerapan mendukung langkah-langkah <i>Problem Solving Polya</i> dalam penyelesaian soal	0,90	Valid
11	Materi yang disajikan tidak menimbulkan miskonsepsi	0,90	Valid
12	Materi yang disajikan relevan dengan kebutuhan belajar peserta didik	0,95	Valid
Validitas Aspek Komponen Isi		0,92	Valid

Berdasarkan Tabel 1, aspek komponen isi memperoleh nilai rata-rata validitas sebesar 0,92 dengan kategori valid. Nilai tersebut menunjukkan bahwa materi yang disajikan telah sesuai dengan capaian pembelajaran, tujuan pembelajaran, dan lingkup materi konsep mol. Indikator dengan nilai tertinggi adalah kesesuaian materi dengan lingkup materi kimia SMA/MA ($V = 1,00$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa materi yang dikembangkan telah sesuai dengan kurikulum dan tidak mengandung kesalahan konsep yang mendasar. Meskipun demikian, beberapa indikator memperoleh skor lebih rendah ($V = 0,85$) dibandingkan indikator lainnya, terutama pada kesesuaian latihan dengan tujuan pembelajaran serta penyajian hubungan

antarkonsep mol. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa beberapa latihan masih perlu diperjelas agar lebih merepresentasikan tujuan pembelajaran dan membantu peserta didik memahami keterkaitan antara massa, mol, jumlah partikel, volume gas, dan molaritas. Berdasarkan masukan tersebut, dilakukan penyempurnaan redaksi latihan, penambahan informasi pendukung, serta penyesuaian beberapa contoh soal agar hubungan antarkonsep terlihat lebih eksplisit.

Hasil validasi aspek konstruk disajikan pada Tabel 2 yang menunjukkan kesesuaian struktur, sistematika, dan keterpaduan komponen media pembelajaran yang dikembangkan.

Tabel 2. Hasil Validasi Aspek Konstruk

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata V	Kategori Valid
1	Tujuan pembelajaran disajikan dengan jelas	0,85	Valid
2	Materi disusun secara sistematis	0,90	Valid
3	Penyajian materi mendukung pembelajaran mandiri	1,00	Valid
4	Tahapan <i>Problem Solving Polya</i> tersaji secara runtut	0,90	Valid
5	Soal dan aktivitas belajar sesuai dengan tujuan pembelajaran	0,85	Valid
Validitas Aspek Konstruk		0,90	Valid

Berdasarkan Tabel 2, aspek konstruk memperoleh nilai rata-rata validitas sebesar 0,90 dengan kategori valid. Penilaian tersebut menunjukkan bahwa penyusunan materi telah sistematis dan tahapan *Problem Solving Polya* telah diterapkan secara konsisten. Meskipun demikian, beberapa validator menyarankan agar tujuan pembelajaran ditampilkan lebih jelas serta hubungan antara aktivitas belajar dengan tujuan pembelajaran diperkuat. Menindaklanjuti masukan tersebut, peneliti melakukan revisi terhadap penyajian

tujuan pembelajaran, memperjelas urutan aktivitas belajar, dan memastikan bahwa setiap latihan secara langsung mendukung capaian pembelajaran yang telah ditetapkan. Perbaikan tersebut dilakukan agar struktur media semakin konsisten dan mudah diikuti oleh peserta didik.

Hasil validasi aspek kebahasaan disajikan pada Tabel 3 yang menunjukkan tingkat kejelasan, ketepatan, dan keterpaduan penggunaan bahasa dalam media pembelajaran.

Tabel 3. Hasil Validasi Aspek Kebahasaan

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata V	Kategori Valid
1	Bahasa yang digunakan mudah dipahami peserta didik	1,00	Valid

2	Kalimat disusun secara efektif dan komunikatif	0,95	Valid
3	Penggunaan istilah ilmiah sudah tepat	0,90	Valid
4	Ejaan, tanda baca, dan tata bahasa sudah tepat	0,95	Valid
5	Bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan siswa SMA/MA	0,95	Valid
Validitas Aspek Kebahasaan		0,95	Valid

Berdasarkan Tabel 3, aspek kebahasaan memperoleh nilai rata-rata validitas sebesar 0,95 dengan kategori valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bahasa yang digunakan telah komunikatif dan sesuai dengan karakteristik peserta didik SMA. Walaupun demikian, validator menemukan beberapa istilah ilmiah dan redaksi kalimat yang masih memerlukan penyempurnaan agar tidak menimbulkan penafsiran yang berbeda. Berdasarkan masukan tersebut dilakukan penyesuaian istilah kimia, penyempurnaan kalimat pada petunjuk penggunaan, serta perbaikan penulisan simbol dan satuan sesuai standar Sistem Internasional (SI). Perbaikan ini bertujuan meningkatkan kejelasan

informasi tanpa mengubah substansi materi yang disampaikan. Bahasa yang jelas dan komunikatif sangat penting dalam media pembelajaran karena dapat meningkatkan efektivitas komunikasi antara media dan peserta didik. Penggunaan bahasa yang singkat, padat, dan mudah dipahami membantu peserta didik memahami materi dengan lebih baik sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan penafsiran terhadap konsep yang dipelajari^[26].

Hasil validasi aspek tampilan/media disajikan pada Tabel 4 yang menunjukkan kualitas desain visual, keterbacaan, serta konsistensi tampilan media pembelajaran yang dikembangkan.

Tabel 4. Hasil Validasi Aspek Tampilan/Media

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata V	Kategori Valid
1	Desain tampilan media menarik	1,00	Valid
2	Pemilihan warna, <i>font</i> , dan <i>layout</i> sesuai	0,90	Valid
3	Gambar, ikon, dan animasi mendukung pembelajaran	0,90	Valid
4	Teks mudah dibaca	0,95	Valid
5	Konsistensi tampilan antar halaman	1,00	Valid
Validitas Aspek Tampilan/Media		0,95	Valid

Berdasarkan Tabel 4, aspek tampilan/media memperoleh nilai rata-rata validitas sebesar 0,95 dengan kategori valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kekuatan utama media terletak pada konsistensi dan daya tarik visual yang mampu memberikan pengalaman belajar yang nyaman bagi pengguna. Konsistensi tampilan memudahkan peserta didik dalam mengenali fungsi setiap komponen media sehingga mengurangi kebingungan selama proses pembelajaran. Namun demikian, beberapa saran diberikan terkait pemilihan

warna, ukuran kotak jawaban, serta penyajian beberapa ikon agar lebih mudah dikenali oleh pengguna. Oleh karena itu, dilakukan penyesuaian tampilan antarmuka, penyempurnaan tata letak beberapa halaman, dan perbaikan desain kotak jawaban sehingga informasi dapat ditampilkan secara lebih jelas dan konsisten.

Hasil validasi aspek teknis disajikan pada Tabel 5 yang menunjukkan kualitas fungsi dan operasional media pembelajaran.

Tabel 5. Hasil Validasi Aspek Teknis

No.	Aspek yang Dinilai	Rata-Rata V	Kategori Valid
1	Tombol navigasi berfungsi dengan baik	0,85	Valid
2	<i>Hyperlink</i> /transisi dengan baik berjalan	0,95	Valid
3	Media mudah dioperasikan	0,95	Valid
4	Interaksi pengguna dengan media berjalan dengan baik	0,95	Valid
5	Media dapat digunakan pada perangkat Android dengan baik	1,00	Valid
Validitas Aspek Teknis		0,94	Valid

Berdasarkan Tabel 5, aspek teknis memperoleh nilai rata-rata validitas sebesar 0,94 dengan kategori valid. Hasil tersebut menunjukkan bahwa media telah

berfungsi dengan baik pada perangkat Android, sementara beberapa perbaikan diarahkan pada penyempurnaan navigasi dan kenyamanan penggunaan.

Berdasarkan masukan validator, dilakukan pemeriksaan kembali seluruh *hyperlink*, penyempurnaan transisi antarhalaman, penambahan efek suara pada *game* edukasi, serta penyesuaian beberapa tombol navigasi agar lebih mudah digunakan. Perbaikan tersebut dilakukan untuk meningkatkan kualitas operasional media sebelum digunakan oleh peserta didik pada tahap berikutnya.

Secara keseluruhan, hasil *expert review* menunjukkan bahwa media telah memenuhi kriteria valid pada seluruh aspek penilaian. Validitas tersebut mengacu pada kriteria yang dikemukakan oleh Nieveen (1999), yaitu bahwa suatu produk pembelajaran dinyatakan valid apabila memiliki relevansi isi yang tinggi dan konsistensi yang kuat antara komponen-komponen penyusunnya^[27]. Namun demikian, validitas media dalam penelitian ini tidak hanya ditunjukkan oleh tingginya nilai indeks Aiken's V, tetapi juga oleh proses penyempurnaan produk berdasarkan masukan para validator. Dengan demikian, *expert review* berkontribusi tidak hanya sebagai proses penilaian, tetapi juga sebagai mekanisme perbaikan kualitas media pembelajaran.

Tahap *one-to-one evaluation* dilakukan tiga orang peserta didik yang mewakili tingkat kemampuan akademik tinggi, sedang, dan rendah untuk memperoleh informasi mengenai keterbacaan materi, kemudahan penggunaan, serta kejelasan tampilan media. Evaluasi dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur yang mencakup aspek isi, konstruk, kebahasaan, tampilan, dan teknis. Tahap ini bertujuan mengidentifikasi apakah media dapat digunakan dengan baik oleh pengguna sasaran sebelum memasuki tahap evaluasi berikutnya.

Hasil wawancara menunjukkan bahwa ketiga peserta didik menyatakan materi konsep mol mudah dipahami karena disajikan secara bertahap, dilengkapi contoh soal, serta latihan yang sesuai dengan materi yang dipelajari. Selain itu, peserta didik menilai bahwa tahapan *Problem Solving Polya* yang diintegrasikan

dalam media membantu mereka mengikuti proses penyelesaian soal secara lebih sistematis. Dari aspek kebahasaan, seluruh responden menyatakan bahwa bahasa, istilah, dan petunjuk penggunaan mudah dipahami serta sesuai dengan karakteristik peserta didik SMA. Pada aspek tampilan, media dinilai menarik, nyaman dilihat, dan memiliki ukuran tulisan yang mudah dibaca sehingga mendukung kenyamanan selama proses belajar. Sementara itu, pada aspek teknis seluruh fitur, termasuk tombol navigasi, latihan interaktif, dan perpindahan halaman, dapat berfungsi dengan baik pada perangkat Android tanpa kendala yang berarti.

Berdasarkan hasil wawancara tersebut, media telah memenuhi aspek keterbacaan, kemudahan penggunaan, kejelasan tampilan, dan kenyamanan pengguna dari perspektif peserta didik. Meskipun tidak ditemukan saran yang mengarah pada revisi substansial maupun teknis, hasil *one-to-one evaluation* ini menjadi konfirmasi bahwa karakteristik media telah sesuai dengan kebutuhan pengguna sasaran dan dapat digunakan dengan baik. Oleh karena itu, Prototipe III dinilai telah memenuhi kualitas awal dari sisi pengguna sehingga dapat digunakan pada tahap evaluasi berikutnya dalam penelitian pengembangan.

Untuk memberikan gambaran mengenai hasil pengembangan, beberapa tampilan utama media pembelajaran pada Prototipe III akan dijelaskan sebagai berikut:

1) Cover

Halaman cover dirancang sebagai identitas media sekaligus memberikan kesan awal yang menarik bagi pengguna. Desain visual dipilih sebagai respons terhadap kebutuhan peserta didik akan media yang lebih menarik dibandingkan media konvensional. Tampilan visual yang menarik berperan dalam membangun perhatian dan motivasi awal belajar peserta didik^[28]. Tampilan halaman *cover* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan Cover

2) Menu utama

Menu utama berfungsi sebagai pusat navigasi yang menghubungkan seluruh komponen pembelajaran, seperti petunjuk penggunaan, tujuan pembelajaran, materi, latihan, evaluasi, dan *game* edukasi. Penyusunan menu secara sistematis bertujuan memudahkan peserta didik

mengikuti alur pembelajaran secara mandiri sesuai urutan kegiatan yang telah dirancang. Navigasi yang terstruktur mendukung *self-regulated learning* dalam mengelola proses belajar secara mandiri^[29]. Tampilan menu utama dapat dilihat pada Gambar 4.

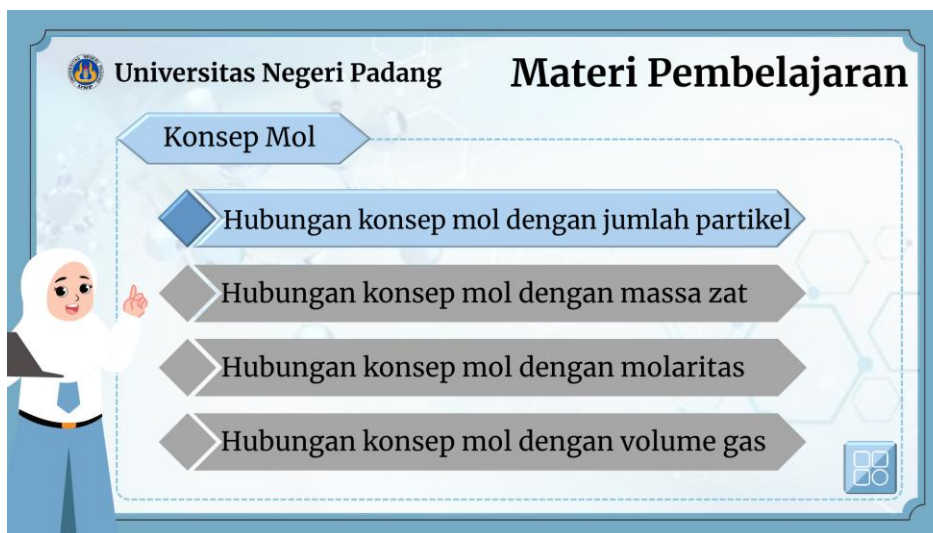


Gambar 4. Tampilan Menu Utama

3) Materi pembelajaran

Materi disajikan secara bertahap dengan mengombinasikan teks, gambar, animasi, dan video pembelajaran. Desain ini dikembangkan untuk membantu peserta didik memahami

hubungan antarkonsep pada materi konsep mol sesuai prinsip *Cognitive Theory of Multimedia Learning*^[21]. Tampilan materi pembelajaran dapat dilihat pada Gambar 5.

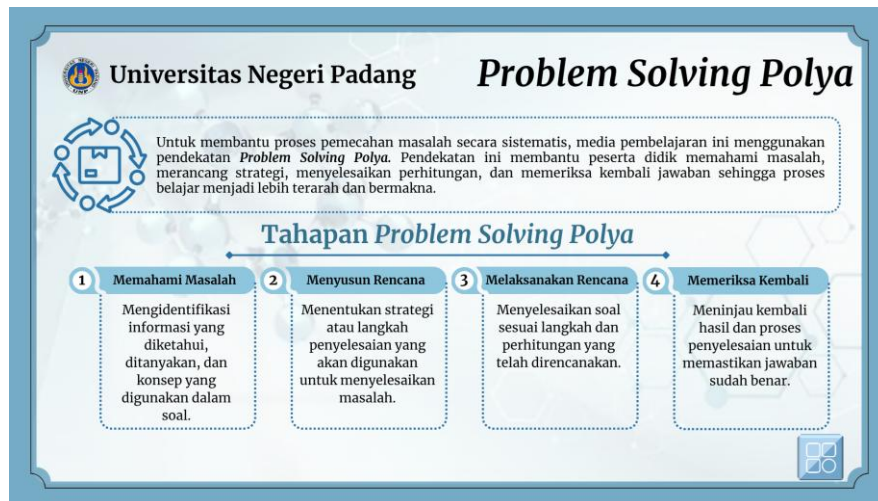


Gambar 5. Tampilan Materi Pembelajaran

4) Tahapan *Problem Solving Polya*

Penjelasan mengenai tahapan *Problem Solving Polya* tersedia dalam media pembelajaran dan dapat diakses oleh pengguna (Gambar 6). Tahapan tersebut diterapkan pada contoh soal dalam video pembelajaran (Gambar 7) dan latihan terbimbing (Gambar 8). Integrasi ini dilakukan sebagai respons terhadap kesulitan peserta didik dalam menentukan langkah penyelesaian soal secara sistematis, sehingga

setiap aktivitas pembelajaran mengarahkan peserta didik untuk memahami masalah, merencanakan penyelesaian, melaksanakan penyelesaian, dan memeriksa kembali hasil yang diperoleh. Penyajian tahapan secara bertahap menerapkan prinsip *scaffolding* melalui pemberian bantuan belajar secara terstruktur^[23]. Gambar yang disajikan menunjukkan salah satu tahapan sebagai gambaran penerapan pendekatan tersebut dalam media pembelajaran.



Gambar 6. Tampilan Penjelasan Tahapan *Problem Solving Polya*

Memahami Masalah **Contoh Soal**

Diketahui 0,5 mol gas O_2 . Tentukan jumlah molekul gas O_2 tersebut!

Diketahui: jumlah mol $O_2 = 0,5$ mol
Ditanya: jumlah molekul $O_2 = ?$

00:03:10 00:00:54

Materi 1 (2) (1)

Gambar 7. Tampilan Salah Satu Tahapan *Problem Solving Polya* pada Video Pembelajaran

Memahami Masalah **Latihan Soal**

Suatu sampel memiliki massa 45 g. Tentukan jumlah molekul air tersebut! ($M_r = 18$, Bilangan Avogadro = $6,022 \times 10^{23}$ partikel/mol).

Pilihlah informasi yang tepat untuk mengidentifikasi apa yang diketahui dan apa yang ditanyakan dalam soal berikut. Urutan letak jawaban disesuaikan dengan urutan informasi pada soal.

Diketahui :

Ditanya :

Massa molar $H_2O = 18$ g/mol Volume Jumlah mol
Massa $H_2O = 45$ g $M_r H_2O = 18$ Bilangan Avogadro = $6,022 \times 10^{23}$
Jumlah molekul H_2O

Gambar 8. Tampilan Salah Satu Tahapan *Problem Solving Polya* pada Latihan Terbimbing

5) *Game* edukasi

Game edukasi dirancang secara berjenjang (20 level) dengan variasi tipe soal (*matching, drag the words, multiple choice, sequence, numeric, short answer*). Peningkatan level secara bertahap merupakan wujud *scaffolding* instruksional, sedangkan variasi tipe soal memungkinkan pemberian *formative feedback* langsung atas

jawaban peserta didik. Umpan balik segera ini penting karena, menurut Hattie dan Timperley (2007), *feedback* yang efektif menjawab tiga pertanyaan mendasar: ke mana tujuan belajar, sejauh mana kemajuan saat ini, dan langkah apa selanjutnya, sehingga mempercepat perbaikan pemahaman^[30]. Struktur level dan umpan balik ini juga mendukung *self-regulated learning*

karena peserta didik dapat memantau capaiannya sendiri di setiap level^[31]. Tampilan *game* edukasi

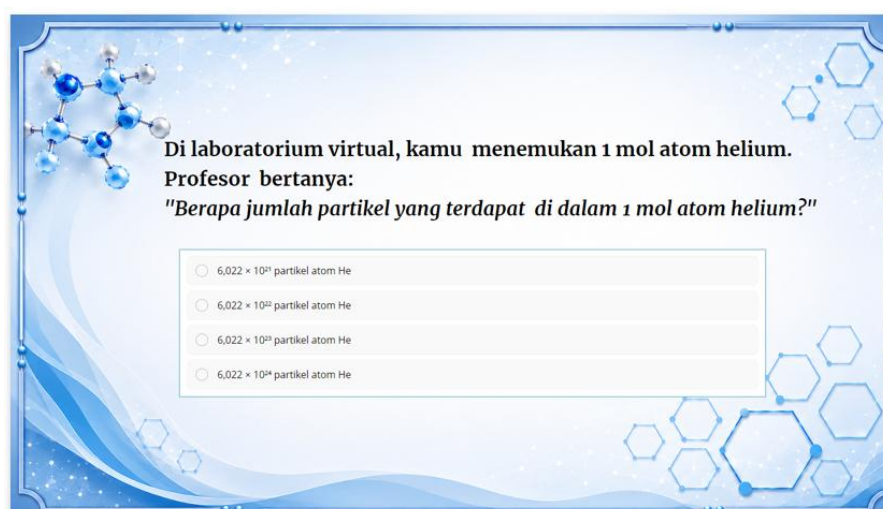
dapat dilihat pada Gambar 9-11.



Gambar 9. Tampilan Halaman Pembuka *Game* Edukasi



Gambar 10. Tampilan halaman level pada *game* edukasi



Gambar 11. Tampilan Salah Satu Soal *Game* Edukasi dengan Fitur *iSpiring*

6) Halaman penutup

Halaman penutup menandai berakhirnya proses pembelajaran dan menyediakan akses kembali ke menu utama sehingga peserta didik dapat mengulang materi atau latihan sesuai kebutuhan. Fitur ini mendukung tahap evaluasi diri (*self-reflection*) dalam siklus *self-regulated learning*,

yaitu proses meninjau kembali hasil belajar untuk merancang strategi belajar selanjutnya^[31]. Keberadaan halaman ini juga menjadi pelengkap alur pembelajaran mulai dari orientasi, penyajian materi, latihan, hingga evaluasi secara terstruktur. Tampilan halaman penutup dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Halaman Penutup

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan media pembelajaran interaktif berbasis Android pada materi konsep mol Fase E SMA/MA yang dikembangkan menggunakan model Plomp melalui integrasi *PowerPoint-iSpring* dan dikonversi menjadi aplikasi Android. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa media berada pada kategori valid dengan nilai Aiken's V sebesar 0,93 yang mencakup aspek isi, konstruk, bahasa, tampilan, dan teknis. Temuan tersebut menunjukkan bahwa media pembelajaran yang dikembangkan dapat dilanjutkan ke tahap evaluasi berikutnya dalam penelitian pengembangan.

Penelitian ini masih terbatas pada tahap *expert review* dan *one-to-one evaluation*, sehingga belum dapat menyimpulkan kepraktisan maupun efektivitas media dalam pembelajaran. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu dilakukan melalui uji kelompok kecil dan uji lapangan untuk mengetahui kepraktisan dan efektivitas media. Media yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif bagi guru dalam mendukung pembelajaran konsep mol berbasis Android.

5. DECLARATION OF AI USE

Penulis menggunakan ChatGPT, Perplexity AI, Gemini AI, dan Claude AI untuk membantu memperbaiki tata bahasa, menyempurnakan struktur kalimat, meningkatkan kejelasan penjelasan, serta membantu penelusuran referensi yang relevan dengan topik penelitian. Penggunaan perangkat kecerdasan artifisial tersebut terbatas pada bantuan kebahasaan dan

pendukung penelusuran informasi. Gagasan, orisinalitas, substansi ilmiah, analisis, interpretasi hasil, dan isi utama manuskrip merupakan hasil karya penulis. Seluruh keluaran yang dihasilkan oleh perangkat kecerdasan artifisial telah ditinjau, diperiksa, dan diverifikasi kembali oleh penulis. Penulis bertanggung jawab penuh atas keakuratan, orisinalitas, dan integritas seluruh isi manuskrip.

6. AUTHOR CONTRIBUTION

WY: Perumusan konsep penelitian (*Conceptualization*), penyusunan metodologi (*Methodology*), pelaksanaan penelitian (*Investigation*), pengumpulan data (*Data Collection*), analisis data (*Data Analysis*), interpretasi hasil penelitian (*Interpretation*), penyusunan draf awal manuskrip (*Writing – Original Draft*), serta penyusunan dan penyempurnaan manuskrip.

BYF: Supervisi penelitian (*Supervision*), validasi hasil penelitian (*Validation*), serta peninjauan, pemberian saran, dan penyuntingan manuskrip (*Writing – Review & Editing*).

Kedua penulis telah membaca dan menyetujui versi akhir manuskrip sebelum dikirimkan untuk publikasi.

7. FUNDING STATEMENT

Penelitian ini tidak menerima pendanaan dari pihak eksternal.

8. CONFLICT OF INTEREST

Penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan yang berkaitan dengan pelaksanaan penelitian maupun publikasi artikel ini. Seluruh proses penelitian, analisis dan interpretasi hasil, serta penyusunan manuskrip dilakukan secara objektif dan independen.

REFERENSI

- [1] Subro MH, Fawaid A. Penerapan Pembelajaran Abad 21 dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *JIP - J Ilm Ilmu Pendidik*. 2025;8(6):6344–8.
- [2] Susanty H. Problematika Pembelajaran Kimia Peserta Didik pada Pemahaman Konsep dan Penyelesaian Soal-Soal Hitungan. *Al Qalam J Ilm Keagamaan dan Kemasyarakatan*. 2022;16(6):1929–44.
- [3] Gkitzia V, Salta K, Tzougraki C. Students' Competence in Translating Between Different Types of Chemical Representations. *Chem Educ Res Pract*. 2020;21(1):307–30.
- [4] Pahrin AW, Sihaloho M, Latief SA, Pikoli M, Laliyo LAR, Isa I, et al. Analisis Penguasaan Konsep Siswa Kelas XI IPA dalam Menyelesaikan Soal Kimia pada Materi Konsep Mol. *Jambura J Educ Chem*. 2023;5(1):60–6.
- [5] Ye S, Elmgren M, Jacobsson M, Ho FM. How Much is Just Maths? Investigating Problem Solving in Chemical Kinetics at the Interface of Chemistry and Mathematics Through the Development of an Extended Mathematical Modelling Cycle. *Chem Educ Res Pract* [Internet]. 2024;25(1):242–65. Available from: <https://xlink.rsc.org/?DOI=D3RP00168G>
- [6] Polya G. How to Solve it. New York: Doubleday & Company, Inc.; 1957.
- [7] Widiana IW, Japa IGN, Suarjana IM, Diputra KS. The Students' Ability to Solve Realistic Mathematical Problems through Polya Type Problem Solving Learning Model. *J Educ Learn*. 2018;12(3):399–405.
- [8] Ernawati E, Lestari PI. Efektivitas Metode Problem Solving dengan Model Polya terhadap Hasil Belajar Peserta Didik dalam Menyelesaikan Soal Cerita Matematika. *Equals*. 2020;3(1):50–62.
- [9] Bali C, Tasdelen B, Bandi S, Zsidó A. Understanding the Cognitive Cost of Multimedia Learning: Effects of Visual Load and Language Proficiency. *Cogn Res Princ Implic* [Internet]. 2026 Jan 6;11(1):2. Available from: <https://link.springer.com/10.1186/s41235-025-00699-2>
- [10] Mayer RE. The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning. *Educ Psychol Rev* [Internet]. 2024 Mar 17;36(1):8. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s10648-023-09842-1>
- [11] Curum B, Khedo KK. Cognitive Load Management in Mobile Learning Systems: Principles and Theories. *J Comput Educ* [Internet]. 2021 Mar 10;8(1):109–36. Available from: <https://link.springer.com/10.1007/s40692-020-00173-6>
- [12] Depiyahani I, Azra F. Development of Android-Based Learning Media Application on Mole Concept Topics High School Students. *J Pijar Mipa*. 2023;18(2):194–200.
- [13] Adawiyah R, Azra F. Pengembangan Aplikasi Media Pembelajaran Berbasis Android pada Materi Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit. *Edukimia*. 2022;4(1):18–23.
- [14] Lahimade SF, Rumondor DAS, Palilingan SC. Pengembangan Aplikasi Android Interaktif Berbasis Multipel Representasi pada Materi Struktur Atom sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa Di SMA Katolik Karitas Tomohon. *Soscied*. 2025;8(1):170–6.
- [15] Gulo PJ, Palilingan SC, Karundeng M. Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Menggunakan Powerpoint iSpring Suite 11 pada Materi Hukum-Hukum Dasar Kimia Sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa. *Soscied*. 2024;7(1):305–19.
- [16] Rifaan N, Prasetya AT, Susilogati S, Sumarni W, Mahatmanthi W. Student Responses and Effectiveness of Android Media as Chemistry Learning Media During the Covid-19 Pandemic. *J Pendidik Kim Indones*. 2022;6(2):154–61.
- [17] Plomp T, Nieveen N. Educational Design Research: Part A: An introduction. [Internet]. Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO; 2013. 1–206 p. Available from: <http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=EJ815766>
- [18] Saputri H, Winarti A, Sholahuddin A. Media Pembelajaran Interaktif PowerPoint-iSpring untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi dan Penguasaan Konsep Larutan Penyangga. *J Pendidik Kim Undiksha*. 2022;6(2):34–45.
- [19] Oktavia R, Guspatni. Efektivitas Media Pembelajaran PowerPoint-iSpring Terintegrasi Pertanyaan Prompting Pada Submateri Pergeseran Kesetimbangan Kimia Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA/MA. *J Pendidik Kim Univ Riau*. 2022;7(2):105–12.
- [20] Website 2 APK Builder. Website 2 APK Builder: Convert your Website or HTML5 to Android App [Internet]. [cited 2026 Jul 16]. Available from: <https://websitetoapk.com/index.html>
- [21] Mayer RE. Multimedia Learning. *Psychol Learn Motiv*. 2002;41:85–139.
- [22] Tomi AS, Sari W, Suar A, Jalwis. Pengaruh Penggunaan Umpan Balik (Feedback) terhadap Hasil Belajar Siswa dalam Mata Pelajaran Fiqih. *Edureligia*. 2020;04(02):185–95.
- [23] Wood D, Bruner JS, Ross G. the Role of Tutoring in Problem Solving. *J Child Psychol Psychiatry*. 1976;17(2):89–100.
- [24] Bloom BS. Human Characteristics and School Learning. New York: McGraw-Hill Book Company; 1982.
- [25] Tessmer M. Planning and Conducting Formative Evaluations: Improving the Quality of Education and Training. London: Kogan Page; 1993.
- [26] Sitinjak IY, Nainggolan R. Komunikasi pada Proses Pembelajaran serta Strategi dan Bahasa sebagai Komunikasi Efektif. *J Kreat Pendidik Mod*. 2024;6(2):145–52.
- [27] Nieveen N. Prototyping to Reach Product Quality. In: Akker J van den, Branch R, Gustafson K, Nieveen N, Plomp T, editors. *Design Approaches and Tools in Education and*

- Training. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers; 1999. p. 125–35.
- [28] Hakim AR, Hidayani R. Penerapan Prinsip Dasar Desain dalam Pembuatan Media Visual Fisika SMA. *WaPFI (Wahana Pendidik Fis.* 2021;6(1):46–54.
- [29] Panadero E. A Review of Self-regulated Learning: Six Models and Four Directions for Research. *Front Psychol.* 2017;8:1–28.
- [30] Hattie J, Timperley H. The Power of Feedback. *Rev Educ Res [Internet].* 2007 Mar 1;77(1):81–112. Available from: <https://journals.sagepub.com/doi/10.3102/003465430298487>
- [31] Zimmerman BJ. Becoming a Self-Regulated Learner: An Overview. *Theory Pract [Internet].* 2002;41(2):64–70. Available from: <http://commonsenseatheism.com/wp-content/uploads/2011/02/Zimmerman-Becoming-a-self-regulated-learner.pdf%5Chttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Becoming+Learner++Self-Regulated+Overview#6>