

Pengembangan Model PBL Berbantuan Augmented Reality untuk Meningkatkan Pemahaman dan Problem Solving Siswa

Steffi Olga Desiree Yolprezmzcky¹, Maspiyah², I Gusti Putu Asto Buditjahjanto³, Lilik Anifah^{4*}

¹ Program Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

² Program Studi Pendidikan Tata Rias, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

³ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

⁴ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia.

Artikel Info

Kata Kunci:

Augmented reality;
Problem based learning;
Pemahaman konsep;
Problem solving;
Sunscreen.

Keywords:

Augmented Reality (Ar);
Problem-Based Learning (Pbl);
Conceptual Understanding;
Problem-Solving Skills;
Sunscreen;

Riwayat Artikel:

Submitted: 05 Mei 2025
Accepted: 01 Oktober 2025
Published: 02 Oktober 2025

Abstrak: Perkembangan teknologi dalam era Society 5.0 mendorong dunia pendidikan untuk mengintegrasikan inovasi digital ke dalam proses pembelajaran. Salah satu tantangan dalam pembelajaran kejuruan, khususnya pada kompetensi keahlian Tata Kecantikan di SMK, adalah rendahnya pemahaman konsep dan keterampilan problem solving siswa terkait penggunaan sunscreen, yang penting untuk kesehatan kulit di wilayah tropis seperti Indonesia. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menganalisis efektivitas model pembelajaran Problem Based Learning (PBL) berbantuan media Augmented Reality (AR) guna meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah siswa dalam topik penggunaan sunscreen. Metode yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model 4D (Define, Design, Develop, Disseminate), dilaksanakan di SMKN 8 Surabaya dan SMKN 1 Buduran. Instrumen validasi menilai kelayakan materi, media, dan desain pembelajaran, sedangkan efektivitas diuji melalui ANCOVA. Hasil validasi menunjukkan model termasuk kategori "sangat layak". Model PBL berbantuan AR terbukti secara signifikan meningkatkan pemahaman konsep dan problem solving siswa dibandingkan pembelajaran konvensional, serta menjadi alternatif inovatif yang relevan dalam pendidikan vokasi.

Abstract: The advancement of technology in the Society 5.0 era encourages the education sector to integrate digital innovations into the learning process. One of the challenges in vocational education, particularly in the Beauty Therapy expertise program at vocational high schools (SMK), is the low level of conceptual understanding and problem-solving skills among students regarding the use of sunscreen, which is essential for skin health in tropical regions such as Indonesia. This study aims to develop and analyze the effectiveness of a Problem-Based Learning (PBL) model assisted by Augmented Reality (AR) media to improve students' conceptual understanding and problem-solving abilities on the topic of sunscreen use. The research employed a Research and Development (R&D) method using the 4D model (Define, Design, Develop, Disseminate), conducted at SMKN 8 Surabaya and SMKN 1 Buduran. Validation instruments were used to assess the feasibility of the model in terms of content, media, and instructional design, while its effectiveness was tested using ANCOVA to control the pretest influence on posttest results. Validation results indicated that the developed model is "highly feasible." Furthermore, the AR-assisted PBL model significantly enhanced students' conceptual understanding and

problem-solving skills compared to conventional learning, offering an innovative and relevant alternative for vocational education.

Corresponding Author:

Lilik Anifah

Email: lilikanifah@unesa.ac.id

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan besar dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam bidang pendidikan (Wijayadi et al., 2024). Era Society 5.0 menuntut adanya integrasi antara dunia fisik dan digital, sehingga mendorong inovasi dalam pembelajaran (Rahmawati & Atmojo, 2021). Pendidikan memiliki peran krusial dalam membentuk dan mengembangkan sumber daya manusia yang kompeten dalam menghadapi tantangan zaman (Said, 2023). Oleh karena itu, model pembelajaran yang efektif dan inovatif sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kualitas pendidikan dan menyesuaikan dengan tuntutan perkembangan teknologi serta kebutuhan industri.

Dalam konteks pembelajaran di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), peran guru sebagai fasilitator menjadi semakin penting. Guru tidak hanya berperan sebagai penyampai materi, tetapi juga harus mampu membimbing siswa dalam pengembangan kognitif dan keterampilan problem solving (Milah et al., 2024). Namun, masih banyak guru yang menerapkan metode ceramah konvensional yang kurang menarik bagi siswa, sehingga menurunkan minat belajar dan hasil pembelajaran (Putri N & Hanesman, 2020). Selain itu, tantangan lain yang dihadapi dalam pembelajaran di SMK adalah kurangnya penggunaan teknologi interaktif dalam proses belajar mengajar, yang dapat membuat siswa kurang terlibat secara aktif dalam pembelajaran. Untuk mengatasi permasalahan ini, diperlukan model pembelajaran yang lebih interaktif dan berbasis pemecahan masalah, seperti *Problem Based Learning* (PBL).

PBL merupakan model pembelajaran yang melibatkan siswa dalam pemecahan masalah nyata, sehingga mampu meningkatkan pemikiran kritis, keterampilan pemecahan masalah, serta penerapan pengetahuan teoritis ke dalam situasi praktis (Darojat, 2024). Implementasi PBL yang didukung oleh teknologi canggih, seperti Augmented Reality (AR), dapat meningkatkan efektivitas pembelajaran dengan membuat materi lebih menarik dan interaktif (O'Connor & Mahony, 2023). AR memungkinkan integrasi elemen virtual ke dalam dunia nyata melalui perangkat digital, sehingga memudahkan siswa memahami konsep abstrak dengan lebih baik (Roffita & Ranu, 2024). Dengan teknologi AR, siswa dapat lebih mudah memahami materi pembelajaran yang kompleks melalui pengalaman visual dan interaktif yang mendekati realitas.

Salah satu isu penting yang relevan dengan pendidikan kecantikan di SMK adalah pemahaman mengenai penggunaan Sunscreen. Indonesia sebagai negara tropis memiliki intensitas sinar matahari yang tinggi, yang dapat menyebabkan kerusakan kulit akibat radiasi sinar ultraviolet (UV). Penggunaan Sunscreen menjadi salah satu solusi untuk melindungi kulit dari dampak buruk sinar UV. Namun, berdasarkan temuan dari penelitian sebelumnya bahwa 47,6% siswa memiliki pengetahuan yang buruk dan 69,8% siswa menunjukkan perilaku yang kurang baik dalam penggunaan Sunscreen (Fitraneti et al., 2024). Hal ini menunjukkan perlunya peningkatan pemahaman siswa mengenai pentingnya Sunscreen dalam perlindungan kulit.

Pembelajaran di SMK Kecantikan terkait Sunscreen masih terbatas karena tidak secara spesifik dibahas dalam kurikulum. Oleh karena itu, diperlukan metode pembelajaran yang lebih menarik dan relevan untuk meningkatkan pemahaman siswa (Hapsari & Prasetyaningtyas, 2023). Penggunaan media AR dalam model PBL dapat menjadi solusi untuk meningkatkan keterlibatan siswa dalam pembelajaran, sehingga pemahaman konsep dan kemampuan problem solving mereka dapat berkembang secara optimal (Pratiwi et al., 2024). Dengan adanya media AR, siswa dapat secara

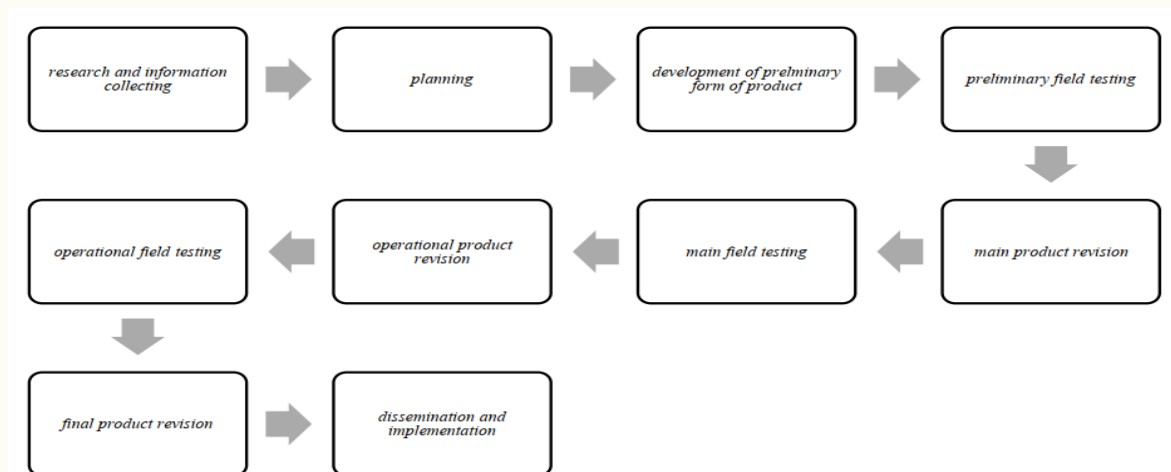
langsung mengamati simulasi interaktif mengenai pentingnya perlindungan kulit dan cara kerja Sunscreen dalam menangkal sinar UV, yang diharapkan mampu meningkatkan kesadaran dan praktik penggunaan Sunscreen dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penerapan model pembelajaran berbasis masalah dengan media Augmented Reality dalam edukasi penggunaan Sunscreen di SMK Tata Kecantikan. Secara khusus, penelitian ini berfokus pada beberapa aspek utama, yaitu menilai tingkat kelayakan media pembelajaran berbasis AR, mengukur efektivitas model pembelajaran berbasis masalah yang dikombinasikan dengan AR dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa, serta menganalisis sejauh mana pendekatan ini dapat meningkatkan keterampilan problem solving siswa. Selain itu, penelitian ini juga berupaya mengevaluasi respon siswa terhadap model pembelajaran yang diterapkan, guna memperoleh wawasan mengenai tingkat keterlibatan dan kepuasan mereka terhadap pembelajaran berbasis teknologi ini.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi dunia pendidikan, khususnya dalam pengembangan media pembelajaran inovatif yang dapat meningkatkan pemahaman siswa serta membantu mereka dalam menyelesaikan masalah secara lebih efektif. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pendidik dalam mengimplementasikan teknologi AR sebagai bagian dari metode pembelajaran yang lebih menarik dan efektif, sehingga dapat meningkatkan kualitas pendidikan vokasi di Indonesia secara keseluruhan (Kuswinardi et al., 2023).

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (Research and Development atau R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan media Augmented Reality (AR) guna meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan problem solving siswa pada materi penggunaan sunscreen. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan dan Semmel, yang mencakup empat tahapan yaitu pendefinisian (define), perancangan (design), pengembangan (develop), dan penyebaran (disseminate). Namun, dalam pelaksanaannya penelitian ini hanya sampai pada tahap pengembangan (develop), sedangkan tahap penyebaran dilakukan secara terbatas pada peserta didik di lokasi penelitian. Penelitian dilaksanakan di dua sekolah, yaitu SMK Negeri 8 Surabaya dan SMK Negeri 1 Buduran, yang memiliki kompetensi keahlian Tata Kecantikan, dengan waktu pelaksanaan pada awal semester gasal tahun ajaran berjalan.



Gambar 1. Prosedur Rancangan Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh siswa kelas X di kedua sekolah tersebut yang mengikuti mata pelajaran terkait kosmetika dan perawatan kulit, khususnya materi tentang sunscreen. Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling untuk memperoleh subjek yang relevan,

dengan jumlah sampel sebanyak dua kelas (satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol) dari SMKN 8 Surabaya, serta satu kelas kontrol dari SMKN 1 Buduran. Variabel dalam penelitian ini terdiri dari variabel bebas yaitu media pembelajaran Augmented Reality (X1), serta dua variabel terikat yaitu pemahaman konsep tentang sunscreen (Y1) dan kemampuan problem solving siswa (Y2) (Chan et al., 2022). Pemahaman konsep dalam penelitian ini didefinisikan sebagai penguasaan siswa terhadap materi sunscreen yang meliputi empat dimensi, yaitu pengetahuan faktual dan prosedural, koneksi antar konsep, kemampuan transfer pengetahuan, serta kesadaran metakognitif dalam memahami materi (Erviana & Sepriansyah, 2024). Sementara itu, kemampuan problem solving siswa mencakup empat tahapan penting, yaitu memahami dan mengeksplorasi masalah, merencanakan strategi, mengaplikasikan strategi pemecahan, dan mengevaluasi solusi yang telah dilakukan. Model PBL dengan media AR yang dikembangkan diharapkan dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif, kontekstual, dan bermakna bagi siswa, khususnya dalam menghadapi permasalahan nyata terkait penggunaan sunscreen dalam kehidupan sehari-hari.

Penilaian kelayakan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan media Augmented Reality (AR) didasarkan pada pengisian formulir validasi oleh pakar untuk menentukan validitas dari segi materi, desain, dan media (Refitaniza & Effendi, 2022). Para ahli yang terlibat dalam validasi ini terdiri dari pakar dalam bidang ahli materi, ahli media, dan ahli desain pembelajaran dengan instrumen penilaian sebagai berikut:

Tabel 1. Instrumen Penilaian Aspek Materi

Aspek	Deskripsi
Kesesuaian dan Keakuratan Materi	1. Kesesuaian materi dengan kurikulum dan tujuan pembelajaran 2. Kebenaran dan kedalaman konsep Sunscreen 3. Relevansi materi dengan kehidupan nyata dan dunia kerja 4. Kemampuan materi menstimulus berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa

Tabel 2. Instrumen Penilaian Aspek Media

Aspek	Deskripsi
Media Augmented Reality	1. Kesesuaian media dengan materi pembelajaran 2. Kualitas tampilan dan visualisasi AR (gambar, animasi, dan teks) 3. Interaktivitas dan keterlibatan siswa saat menggunakan AR 4. Kemudahan penggunaan (user friendly)

Tabel 3. Instrumen Penilaian Aspek Desain

Aspek	Deskripsi
Desain Pembelajaran	1. Kesesuaian langkah-langkah pembelajaran dengan sintaks PBL 2. Keterpaduan antara model, media, dan tujuan pembelajaran 3. Kejelasan alur kegiatan dan petunjuk pembelajaran 4. Potensi model dalam meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan problem solving

Data yang diperoleh dari hasil pengisian lembar formulir validasi akan dianalisis menggunakan analisis deskriptif kuantitatif untuk menggambarkan tingkat kelayakan bahan ajar dari aspek materi, desain, dan media (Herlina et al., 2022). Analisis ini akan mencakup perhitungan rata-rata skor yang diberikan oleh pakar untuk setiap aspek yang dinilai. Skor ini kemudian akan dikelompokkan dalam beberapa kategori meliputi sangat layak, layak, cukup layak, dan kurang layak, untuk memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai kelayakan bahan ajar.

$$\text{Presentase}(\%) = \frac{\text{jumlah skor total (X)}}{\text{skor maksimal (Y)}} \times 100\%$$

Keterangan:

Jumlah Skor Total (X) = Jumlah skor total yang diperoleh dari lembar validasi

Skor Maksimal (Y) = Skor tertinggi dari lembar validasi

Selanjutnya, hasil analisis diatas akan diperoleh kesimpulan berupa presentase tingkat kelayakan dari bahan ajar yang telah dibuat yang berdasarkan tabel 2.4 dibawah ini.

Tabel 4. Kriteria Penilaian Tingkat Kelayakan

<i>Presentase (%)</i>	Bobot	Kriteria
76-100	4	Sangat Layak
51-75	3	Layak
26 – 50	2	Cukup Layak
0 – 25	1	Kurang Layak

Hasil data yang diperoleh akan dilanjutkan dengan Analisis Kovarian (ANCOVA). ANCOVA merupakan metode statistik yang digunakan untuk menguji perbedaan rata-rata antar kelompok (kelas) setelah mengontrol variabel kovariat (dalam hal ini pretest) (Ariyani & Prasetyo, 2021). ANCOVA dipilih karena mampu menetralkan pengaruh variabel awal siswa (pretest) terhadap variabel hasil (posttest), sehingga hasil yang diperoleh lebih valid dan objektif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan sejalan dengan perkembangan era digital dan revolusi industri 4.0, pembelajaran di SMK dituntut untuk tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga kontekstual dan berbasis teknologi. Salah satu tantangan besar dalam proses pembelajaran kejuruan, khususnya di bidang kecantikan, adalah kurangnya pemahaman konsep dan kemampuan problem solving siswa, terutama pada topik-topik yang bersifat aplikatif seperti penggunaan sunscreen (Winarti et al., 2020). Materi ini penting karena menyangkut perlindungan kulit terhadap sinar UV, yang erat kaitannya dengan kesehatan dan estetika, namun sering dianggap sepele oleh siswa. Selain itu, pendekatan pembelajaran yang masih didominasi metode ceramah menyebabkan rendahnya partisipasi aktif siswa, kurangnya pengalaman belajar bermakna, dan minimnya pemecahan masalah nyata (Septiani et al., 2022). Oleh karena itu, pengembangan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan media *Augmented Reality* (AR) menjadi sangat relevan untuk diterapkan dalam pembelajaran sehingga melalui pengembangan dengan pendekatan Model 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*), yang dikenal sistematis dan terstruktur dalam menghasilkan produk pembelajaran yang valid, efektif, dan aplikatif dengan sistematika berikut:

Tahap Pendefinisian (Define)

Tahap pertama dalam model 4D adalah pendefinisian, yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran serta permasalahan yang dihadapi dalam proses belajar-mengajar (Izzaturahma et al., 2021). Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, ditemukan beberapa masalah yang mempengaruhi pembelajaran, khususnya terkait pemahaman konsep penggunaan **sunscreen**:

1. **Rendahnya Pemahaman Siswa:** Siswa memiliki pemahaman yang terbatas mengenai konsep sunscreen dan cara penggunaannya yang tepat. Hal ini mempengaruhi kemampuan mereka dalam melindungi kulit dari paparan sinar UV dengan cara yang benar (Arta, 2024).
2. **Pembelajaran Pasif:** Selama ini, pembelajaran cenderung bersifat pasif, di mana siswa lebih banyak menerima informasi tanpa melibatkan mereka dalam proses aktif, seperti pengumpulan data atau pemecahan masalah (Pradita et al., 2024).
3. **Kurangnya Media Pembelajaran Inovatif:** Tidak adanya media pembelajaran yang inovatif, terutama yang dapat mendukung visualisasi konsep secara lebih mendalam dan kontekstual. Ini

menyebabkan siswa kesulitan untuk memahami konsep yang abstrak atau sulit dijelaskan secara verbal (Syafria et al., 2020).

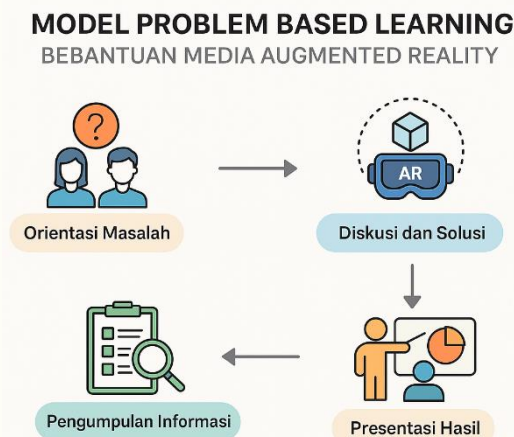
Dari analisis tersebut, ditemukan bahwa dibutuhkan sebuah model pembelajaran berbasis masalah nyata yang dapat memanfaatkan teknologi visual, seperti Augmented Reality (AR), untuk membantu siswa memahami dan menguatkan konsep-konsep yang sulit dipahami, seperti penggunaan sunscreen. Model ini juga dirancang untuk mendorong keterlibatan siswa dalam proses pemecahan masalah secara aktif.

Tahap Perancangan (Design)

Pada tahap perancangan, seluruh komponen perangkat pembelajaran yang telah dianalisis pada tahap pendefinisian disusun dengan cermat untuk memenuhi kebutuhan yang telah diidentifikasi sebelumnya (Wangi et al., 2022). Proses perancangan bertujuan untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang tidak hanya efektif, tetapi juga menyenangkan dan menarik bagi siswa. Tahap ini melibatkan pengembangan berbagai elemen penting dalam pembelajaran berbasis masalah (*Problem Based Learning/PBL*) yang didukung oleh teknologi Augmented Reality (AR). Beberapa komponen yang dirancang dalam tahap ini adalah sebagai berikut:

1. Skenario PBL (*Problem Based Learning*)

Skenario pembelajaran menggunakan pendekatan PBL yang dirancang dalam lima tahapan yang sistematis. Masing-masing tahapan memiliki tujuan tertentu untuk mengembangkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah secara mandiri dan kritis:



Gambar 2. Konsep pembelajaran PBL yang didukung AR

a. Orientasi Masalah

Pada tahap ini, siswa diperkenalkan dengan masalah nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka, yang bertujuan untuk menumbuhkan rasa penasaran dan ketertarikan. Misalnya, masalah yang diberikan adalah tentang bagaimana memilih dan menggunakan sunscreen secara tepat, yang memerlukan pemahaman tentang berbagai jenis sunscreen dan cara kerjanya terhadap kulit. Masalah ini dapat dipresentasikan melalui video atau visualisasi AR yang memperlihatkan dampak negatif dari paparan sinar UV pada kulit, yang akan mengundang siswa untuk lebih tertarik untuk menemukan solusinya.

b. Pengumpulan Informasi

Setelah masalah dikenalkan, siswa diberi kesempatan untuk mengumpulkan informasi yang diperlukan guna memecahkan masalah tersebut. Dalam konteks ini, siswa dapat mencari berbagai informasi tentang jenis-jenis sunscreen, kandungan yang ada di dalamnya, cara kerjanya, serta faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan sunscreen seperti jenis kulit dan waktu pemakaian. Siswa juga dapat memanfaatkan teknologi AR untuk melihat representasi visual tentang bahan aktif dalam sunscreen dan bagaimana masing-masing bekerja.

c. Diskusi Solusi

Siswa kemudian berdiskusi dalam kelompok untuk mencari solusi terbaik terhadap masalah yang telah diberikan. Diskusi ini tidak hanya melibatkan pertukaran ide dan pemikiran, tetapi juga kolaborasi untuk mengeksplorasi berbagai kemungkinan solusi yang realistis. Dalam tahap ini, media AR akan membantu siswa melihat berbagai simulasi penggunaan sunscreen pada berbagai jenis kulit, yang mempermudah mereka dalam merumuskan solusi berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan.

d. Presentasi Hasil

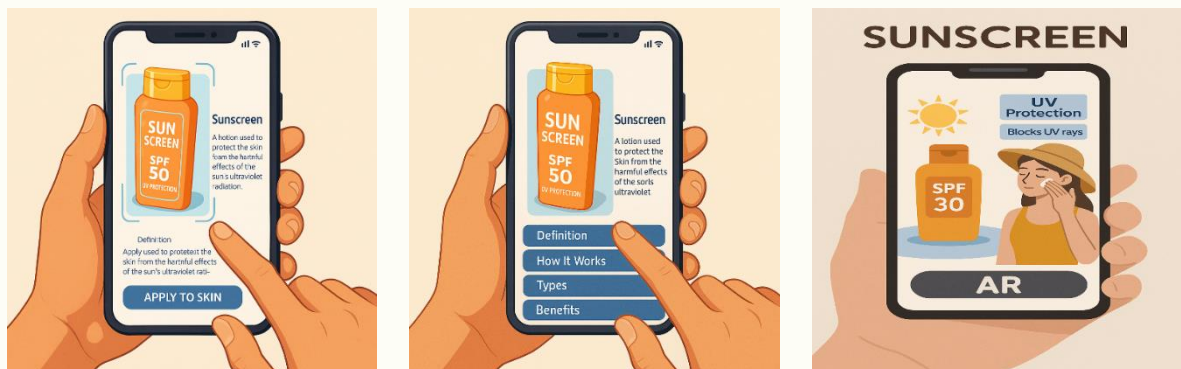
Setelah menemukan solusi, setiap kelompok mempresentasikan hasil kerja mereka di depan kelas. Mereka menjelaskan pilihan sunscreen yang mereka anggap terbaik, disertai dengan bukti yang mendukung dari informasi yang telah mereka kumpulkan. Visualisasi menggunakan AR akan memperkuat presentasi mereka dengan menunjukkan simulasi aplikasi sunscreen dan efek yang ditimbulkannya terhadap kulit dalam bentuk tiga dimensi (3D) yang interaktif.

e. Refleksi

Tahap refleksi adalah kesempatan bagi siswa dan guru untuk mengevaluasi seluruh proses pembelajaran. Siswa diminta untuk merenung dan memikirkan kembali langkah-langkah yang telah mereka ambil untuk memecahkan masalah, serta sejauh mana mereka memahami konsep yang telah diajarkan. Guru juga memberikan umpan balik yang konstruktif terhadap proses belajar siswa dan memberikan pertanyaan yang memotivasi mereka untuk berpikir lebih dalam tentang penerapan konsep dalam konteks lain.

2. Media AR (Augmented Reality)

Media AR yang dirancang bertujuan untuk membantu siswa memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang materi pembelajaran (Khairunnisa & Aziz, 2021). Dalam hal ini, media AR digunakan untuk menyajikan simulasi interaktif penggunaan sunscreen yang disesuaikan dengan berbagai jenis kulit dan waktu pemakaiannya. Teknologi AR memungkinkan siswa untuk melihat efek dari penggunaan sunscreen dalam bentuk visual tiga dimensi yang dapat diputar, diperbesar, dan diperkecil (Khouw & Edy, 2023). Melalui AR, siswa dapat melihat langsung bagaimana sunscreen berinteraksi dengan kulit, memperlihatkan perlindungan terhadap sinar UV, serta memberikan pemahaman yang lebih jelas tentang pentingnya memilih produk yang tepat berdasarkan tipe kulit. Media AR ini diharapkan dapat membuat konsep yang sulit dijelaskan secara verbal menjadi lebih mudah dipahami oleh siswa.



Gambar 3. Tampilan Augmented Reality (AR)

Tahap Pengembangan (Develop)

Pada tahap pengembangan, produk pembelajaran yang telah dirancang diuji untuk memastikan bahwa materi, media, dan desain pembelajaran yang dikembangkan efektif dan layak untuk digunakan

dalam pembelajaran nyata (Fadhillah & Efi, 2022). Tahap ini melibatkan tiga langkah utama: pembuatan produk, validasi oleh ahli, dan uji coba terbatas.

a. Validasi oleh Ahli

Produk yang telah selesai kemudian divalidasi oleh ahli pendidikan dan ahli materi untuk menilai kelayakan dan kecocokannya dengan kebutuhan pembelajaran. Validasi ini melibatkan penilaian terhadap tiga komponen utama dalam produk pembelajaran, yaitu materi, media AR, dan desain pembelajaran.

Tabel 4. Hasil validasi ahli

No.	Aspek	Kelayakan	Persentase	Keterangan
1	Materi	3.65	89 %	Sangat Layak
2	Media	3.42	82 %	Sangat Layak
3	Desain	3.55	86 %	Sangat Layak
	Rata-Rata	3,67	85,7%	Sangat Layak

Hasil validasi ini menunjukkan bahwa produk pembelajaran sudah sangat layak untuk digunakan dan diterapkan di kelas.

b. Uji Coba Terbatas

Uji coba terbatas dilakukan di dua kelas dari SMKN 8 Surabaya dan SMKN 1 Buduran, yaitu satu kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) dan *Problem Based Learning* (PBL), serta satu kelas kontrol yang menggunakan metode pembelajaran konvensional. Jumlah sampel keseluruhan terdiri dari 64 siswa, dengan rincian 32 siswa di kelas eksperimen dan 32 siswa di kelas kontrol. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling, yaitu dengan mempertimbangkan kesetaraan karakteristik antar kelas dan kesiapan dalam pelaksanaan media pembelajaran. Uji coba ini bertujuan untuk mengukur efektivitas model pembelajaran yang dikembangkan. Hasil uji coba terbatas menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam dua aspek utama:

- **Pemahaman Konsep:** Berdasarkan hasil uji ANCOVA (Analysis of Covariance), terdapat perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, dengan nilai $F = 10,85$ ($p = 0,001$). Ini menunjukkan bahwa siswa yang mengikuti pembelajaran berbantuan AR dan PBL memiliki pemahaman konsep yang lebih baik dibandingkan dengan siswa yang mengikuti pembelajaran konvensional.
- **Kemampuan Problem Solving:** Uji ANCOVA juga menunjukkan peningkatan kemampuan problem solving pada siswa kelas eksperimen, dengan nilai $F = 9,47$ ($p = 0,003$). Hasil ini mengindikasikan bahwa pendekatan PBL berbantuan AR lebih efektif dalam mengembangkan kemampuan siswa untuk memecahkan masalah secara kritis dan kreatif.

Tahap Penyebaran (Disseminate)

Tahap terakhir dalam model 4D adalah diseminasi, yang bertujuan untuk memperkenalkan dan menyebarluaskan produk pembelajaran yang telah dikembangkan kepada guru dan siswa dari SMKN 8 Surabaya dan SMKN 1 Buduran.

KESIMPULAN

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran berbasis *Problem Based Learning* (PBL) yang dikembangkan dengan dukungan media Augmented Reality (AR) terbukti layak dan efektif untuk diterapkan dalam pembelajaran. Melalui pendekatan model 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate), produk pembelajaran yang dihasilkan telah divalidasi oleh para ahli dengan hasil sangat layak, dan diuji pada 64 siswa dalam dua kelas yang menunjukkan peningkatan signifikan baik dalam pemahaman konsep ($F = 10,85$; $p = 0,001$) maupun kemampuan problem solving ($F = 9,47$; $p = 0,003$). Diseminasi melalui pelatihan guru dan distribusi modul juga mendapatkan respons positif. Dengan

demikian, model ini dapat menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran terkait pemahaman dan penerapan sunscreen di kalangan siswa. Meskipun model pembelajaran berbasis PBL dengan dukungan AR ini terbukti efektif, disarankan untuk melakukan evaluasi lanjutan dengan melibatkan lebih banyak sampel siswa dari berbagai latar belakang dan disiplin ilmu untuk memastikan hasil yang lebih umum. Selain itu, pengembangan lebih lanjut dalam hal konten dan fitur media AR yang lebih interaktif dapat meningkatkan keterlibatan dan motivasi siswa dalam pembelajaran. Juga, pelatihan lebih lanjut untuk guru dalam menggunakan teknologi AR sebaiknya dipertimbangkan untuk memastikan penerapan yang optimal dan konsisten dalam proses belajar mengajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyani, W. O., & Prasetyo, T. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran *Problem Based Learning* dan Problem Solving terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 5(3), 1149–1160. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i3.892>
- Arta, G. Y. (2024). Asesmen dalam Pendidikan: Konsep, Pendekatan, Prinsip, Jenis, dan Fungsi. *Jurnal Pendidikan, Bahasa Dan Budaya*, 3(3), 170–190. <https://doi.org/10.55606/jpbb.v3i3.3925>.
- Chan, V. S., Haron, H. N. H., Isham, M. I. B. M., & Mohamed, F. Bin. (2022). VR and AR virtual welding for psychomotor skills: a systematic review. *Multimedia Tools and Applications*, 81(9), 12459–12493. <https://doi.org/10.1007/s11042-022-12293-5>.
- Darojat, L. (2024). Peningkatan motivasi belajar siswa dalam pembelajaran berbasis masalah dengan asesmen team game tournament. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Matematika: PowerMathEdu*, 3(2), 263–270. <https://doi.org/10.31980/pme.v3i2.1782>.
- Erviana, V. Y., & Sepriansyah, Y. (2024). The Effectiveness of Virtual Reality Media on Primary School Students' Learning Outcomes. *International Journal of Elementary Education*, 8(1), 141–149. <https://doi.org/10.23887/ijee.v8i1.67734>.
- Fadhillah, & Efi, A. (2022). Pengembangan media belajar peserta didik menggunakan video pada pembelajaran batik tulis di sekolah. *JPGI (Jurnal Penelitian Guru Indonesia)*, 7(2), 337–342. <https://doi.org/10.29210/022373jpgi0005>.
- Fitraneti, E., Rizal, Y., Riska Nafiah, S., Primawati, I., & Ayu Hamama, D. (2024). Pengaruh Paparan Sinar Ultraviolet terhadap Kesehatan Kulit dan Upaya Pencegahannya : Tinjauan Literatur. *Scientific Journal*, 3(3), 185–194. <https://doi.org/10.56260/sciena.v3i3.147>.
- Hapsari, I. A., & Prasetyaningtyas, F. D. (2023). E-LKPD Berbasis *Problem Based Learning* pada Hasil Belajar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 6(3), 481–493.
- Herlina, H., Ramlawati, R., & Hasri, H. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Elektronik Berbasis STEAM untuk Meningkatkan Minat dan Hasil Belajar. *Chemistry Education Review*, 5(2), 198–206.
- Izzaturahma, E., Mahadewi, L. P. P., & Simamora, A. H. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Video Animasi Berbasis ADDIE pada Pembelajaran Tema 5 Cuaca untuk Siswa Kelas III Sekolah Dasar. *Jurnal Edutech Undiksha*, 9(2), 216–224. <https://doi.org/10.23887/jeu.v9i2.38646>
- Khairunnisa, S., & Aziz, T. A. (2021). Studi Literatur: Digitalisasi Dunia Pendidikan dengan Menggunakan Teknologi Augmented Reality pada Pembelajaran Matematika. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika Jakarta*, 3(2), 53–62. <https://doi.org/10.21009/jrpmj.v3i2.22267>
- Khouw, S., & Edy. (2023). Application of Markerless Augmented Reality on E-Catalog of Car Variations Using Natural Feature Tracking. *Bit-Tech (Binary Digital - Technology)*, 6(2), 144–151. <https://doi.org/10.32877/bt.v6i2.941>

- Kuswinardi, J. W., Rachman, A., Taswin, M. Z., Pitra, D. H., & Oktawati, U. Y. (2023). Efektifitas Pemanfaatan Aplikasi Augmented Reality (AR) Dalam Pembelajaran Di Sma : Sebuah Tinjauan Sistematis. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran*, 6(3), 556–563.
- Milah, A. R., Suhertin, T., Kurnia, D., Nurmalasari, N., Misbahudin, & Dhiaulhaq, F. (2024). Manajemen Sarana dan Prasarana Pendidikan dalam Mendukung Proses Pembelajaran. *Jurnal Pelita Nusantara*, 1(4), 529–534. <https://doi.org/10.59996/jurnalpelitanusantara.v1i4.373>
- Pradita, A. R., Aeni, A. N., & Sujana, A. (2024). Pengaruh Media Augmented Reality Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa Kelas IV SDN Tegalkalong pada Materi Fotosintesis. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 1-8. <https://doi.org/10.20961/inkui.v13i1.83995>
- Pratiwi, N. W. C., Margunayasa, I. G., Lasmawan, I. W. (2024). Media Pembelajaran Augmented reality Berbasis Profil Pelajar Pancasila Untuk Meningkatkan Minat Belajar IPA Kelas IV SD. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, 7(1), 110–122. <https://doi.org/10.23887/jippg.v7i1.73179>
- Putri N, F., Hanesman, H. (2020). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Project-Based Learning Terhadap Hasil Belajar. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 8(1), 27. <https://doi.org/10.24036/voteteknika.v8i1.107688>
- Rahmawati, F., Atmojo, I. R. W. (2021). Analisis Media Digital Video Pembelajaran Abad 21 Menggunakan Aplikasi Canva pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Basicedu*, 3(2), 524–532. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v5i6.1717>.
- Refitaniza, R., & Effendi, E. (2022). Pengembangan LKPD Terintegrasi STEAM-PjBL Pada Materi Larutan Penyangga Sma. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 22(3), 1662-1667. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v22i3.2682>
- Roffita, S., Ranu, M. E. (2024). Pengaruh Person-Job Fit Dan Lingkungan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) Terhadap Pilihan Karir Menjadi Guru. *Promosi: Jurnal Program Studi Pendidikan Ekonomi*, 12(2), 201-208. <https://doi.org/10.24127/jp.v12i2.10148>.
- Said, S. (2023). Peran Teknologi Sebagai Media Pembelajaran di Era Abad 21. *Jurnal Pemkom:Kajian Pendidikan & Ekonomi*, 6(2), 194-202.
- Septiani, A., Pujiastuti, H., & Faturrohmah, M. (2022). Systematic Literature Review : Penerapan Model *Problem Based Learning* untuk Meningkatkan Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(6), 7882–7893. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i6.4263>
- Wangi, U. S., Ayub, S., Harjono, A., & Doyan, A. (2022). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Berbasis Discovery Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(4), 2270–2276. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i4.850>
- Wijayadi, L. Y., Kurniawan, J., & Satyanegara, W. G. (2024). Penyuluhan dan Pemeriksaan Untuk Mencegah Kerusakan Kulit Akibat Paparan Sinar Matahari. *Communnity Development Journal*, 5(2), 2801–2807. <https://doi.org/10.31004/cdj.v5i2.26464>.
- Winarti, T., Fatirul, A. N., & Hartono, H. (2020). Model Pembelajaran *Problem Based Learning*, Inkuiri Terbimbing, dan Learning Creativity Berpengaruh Terhadap Prestasi Belajar Matematika. *Jurnal Pedagogi Dan Pembelajaran*, 3(3), 387–396. <https://doi.org/10.23887/jp2.v3i3.29063>.