PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *AUGMENTED REALITY* PADA MATERI ENERGI ALTERNATIF DI SMPN 3 BANGKALAN

Fajar Agung Cahyo Pratama[1], Sigit Dwi Saputro[2]

[1] Pendidikan Informatika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Trunjoyo Madura Bangkalan, 69162, Indonesia. *fajaragung723@gmail.com*
[2] Pendidikan Informatika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Trunjoyo Madura Bangkalan, 69162, Indonesia. *sigitd.saputra@trunojoyo.ac.id*

Diterbitkan tanggal: 15 Februari 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan Modul Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi Energi Alternatif untuk meningkatkan pemahaman dan motivasi belajar siswa SMPN 3 Bangkalan. Pembelajaran IPA sebelumnya masih menggunakan media konvensional sehingga siswa kesulitan memvisualisasikan konsep energi terbarukan. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan model ADDIE meliputi analisis kebutuhan, perancangan modul, pengembangan konten AR, implementasi, serta evaluasi kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas. Hasil penelitian menunjukkan modul mendapatkan nilai validasi ahli sebesar 82,14% (kategori sangat layak). Tampilan modul seperti tujuan pembelajaran, materi, marker AR, serta langkah penggunaan terbukti membantu siswa memahami konsep energi alternatif secara visual dan interaktif. Dengan demikian, modul berbasis AR dinyatakan layak, praktis, dan efektif sebagai media pembelajaran IPA yang mendukung Kurikulum Merdeka.

Kata Kunci: Augmented Reality, Energi Alternatif, Modul Pembelajaran.

Abstract

This study aims to develop an Augmented Reality (AR)-Based Learning Module on Alternative Energy material to improve students' understanding and motivation to learn at SMPN 3 Bangkalan. Previous science learning still used conventional media, making it difficult for students to visualize the concept of renewable energy. This study used the Research and Development (R&D) method with the ADDIE model including needs analysis, module design, AR content development, implementation, and evaluation of feasibility, practicality, and effectiveness. The results showed that the module received an expert validation score of 82.14% (very feasible category). The module display such as learning objectives, materials, AR markers, and usage steps were proven to help students understand the concept of alternative energy visually and interactively. Thus, the AR-based module was declared feasible, practical, and effective as a science learning medium that supports the Independent Curriculum.

Keywords: Augmented Reality, Alternative Energy, Learning Modules.

Pendahuluan

Perkembangan teknologi digital dalam dunia pendidikan telah membawa perubahan besar terhadap cara guru dan siswa berinteraksi dalam proses pembelajaran. Revolusi industri 4.0 dan kemunculan era Society 5.0 menuntut pendidikan tidak hanya berorientasi pada transfer pengetahuan, tetapi juga pada kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif (Pauziah & Laksanawati, 2023). Salah satu tantangan dalam dunia pendidikan Indonesia adalah bagaimana memanfaatkan teknologi untuk menciptakan pengalaman belajar yang interaktif dan bermakna, khususnya pada mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA).Pembelajaran IPA di tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP) berperan penting dalam membentuk literasi sains peserta didik, termasuk pemahaman mereka tentang energi alternatif sebagai bagian dari isu global mengenai keberlanjutan lingkungan. Namun, kenyataannya pembelajaran IPA di sekolah masih cenderung teoritis, berpusat pada guru, dan minim penggunaan media pembelajaran interaktif (Ramadani et al., 2020). Materi

energi alternatif sering dianggap sulit karena bersifat abstrak siswa kesulitan membayangkan proses perubahan energi, cara kerja pembangkit listrik tenaga surya, angin, atau air, serta relevansinya dengan kehidupan sehari-hari.

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Purwandari et al. (2021) rendahnya hasil belajar siswa pada topik energi alternatif diakibatkan oleh terbatasnya media yang dapat menvisualisasikan konsep-konsep energi terbarukan. Guru lebih sering menggunakan gambar dua dimensi dalam buku teks atau video pasif yang kurang melibatkan interaksi langsung siswa. Hal ini berdampak pada rendahnya motivasi belajar dan kemampuan pemecahan masalah ilmiah siswa. Oleh karena itu Pengembangan modul berbasis *Augmented Reality* tidak hanya membantu siswa memahami konsep energi alternatif secara lebih konkret, tetapi juga dapat meningkatkan motivasi, kreativitas, dan kemampuan berpikir ilmiah. Modul ini diharapkan menjadi inovasi pendidikan yang relevan dengan kebijakan nasional sekaligus memperkuat implementasi Kurikulum Merdeka di tingkat satuan pendidikan. Melihat kebutuhan sekolah serta potensi AR, peneliti mengembangkan Modul Pembelajaran Berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi energi alternatif. Modul ini memadukan penjelasan materi dengan marker AR yang dapat dipindai untuk memunculkan objek 3D. Inovasi ini diharapkan mampu mengatasi keterbatasan media visual dan meningkatkan kualitas pembelajaran IPA, terutama dalam memahami bentuk dan proses kerja energi alternatif.

Untuk memastikan kualitas modul, dilakukan proses validasi ahli oleh satu validator yang memiliki kompetensi dalam bidang IPA dan media pembelajaran. Validator menilai aspek kelayakan isi, akurasi konsep, kejelasan bahasa, kerapian tata letak, serta fungsi marker AR. Hasil validasi menjadi dasar menentukan apakah modul layak dijadikan media pembelajaran.

Dengan adanya pengembangan modul berbasis AR ini, diharapkan siswa dapat memperoleh pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif, sedangkan guru memperoleh media baru yang efektif untuk menyampaikan materi energi alternatif sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka dan perkembangan teknologi pendidikan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap, yaitu *Analysis*, *Design*, *Development, Implementation, dan Evaluation* (Mesra, 2023). Penelitian dilaksanakan di SMPN 3 Bangkalan dengan subjek uji coba siswa kelas IX yang berjumlah 28 peserta didik. Setiap tahapan pengembangan dilakukan untuk menghasilkan modul pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) yang valid, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran IPA pada materi energi alternatif (Sugiyono, 2020). Model ini dipilih karena memberikan langkah-langkah yang sistematis dalam merancang, mengembangkan, dan mengevaluasi media pembelajaran. Penjelasan sebagai berikut.

Tahap *Analysis* dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan pembelajaran, karakteristik siswa, kesesuaian materi, serta permasalahan yang terjadi pada proses pembelajaran konvensional. Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi, analisis kurikulum, dan wawancara dengan guru IPA untuk memperoleh data awal.

Tahap *Design* bertujuan menyusun struktur modul, tampilan media, desain marker AR, alur penggunaan, serta instrumen penelitian seperti lembar validasi, angket respon siswa, dan soal pretest–posttest. Draft modul dan storyboard konten AR juga disusun pada tahap ini.

Tahap *Development* meliputi pembuatan objek tiga dimensi (3D) energi alternatif seperti panel surya, turbin angin, air, dan biomassa. Modul disusun dalam bentuk cetak dan digital, kemudian divalidasi oleh ahli materi dan ahli media menggunakan instrumen skala Likert. Hasil validasi digunakan untuk melakukan revisi produk.

Tahap *Implementation* dilakukan melalui uji coba terbatas terhadap siswa kelas IX. Pada tahap ini, siswa menggunakan modul berbasis AR untuk mempelajari materi energi alternatif, sementara peneliti mengamati kepraktisan penggunaan modul serta mengumpulkan data respon siswa melalui angket.

Tahap *Evaluation* bertujuan menilai kelayakan, kepraktisan, dan efektivitas modul. Kelayakan dinilai berdasarkan hasil validasi ahli.

$$\mathrm{V} = \frac{SH}{\mathrm{SM}} \times 100$$

Keterangan:
V = Koefisien validitas isi
SH = Jumlah penialaian validitas setiap aspek
SM = Jumlah penilaian validitas Maksimal setiap aspek

Kategori Validitas Modul Energi Alternatis Berbasis *Augmented Reality* Modifikasi dari (Yetti & Afriyani, 2021).

Tabel 1. Kategori validasi

No	Aspek yang dinilai
76%-100%	Sangat Layak
51%-75%	Kesesuaian Bahasa
26%-50%	Keseuiain Isi
0%-25%	Desain Modul

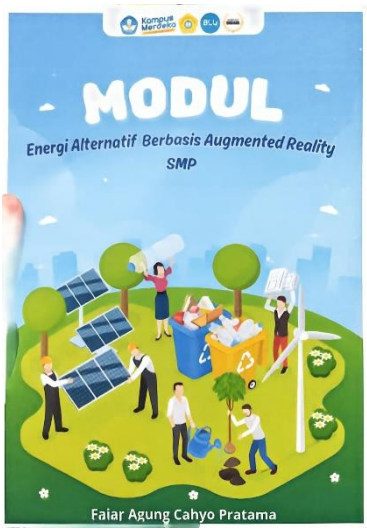
Hasil Penelitian dan Pembahasan

Hasil pengembangan modul berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi energi alternatif ditunjukkan melalui penyusunan konten materi beserta penyediaan marker AR untuk setiap jenis energi. Pada bagian ini, penjelasan mengenai energi surya dan energi angin disajikan secara informatif dan terstruktur, kemudian diperkuat dengan penggunaan marker AR yang dapat dipindai oleh peserta didik menggunakan aplikasi AR bawaan modul.

Pada materi Energi Surya, modul menjelaskan konsep dasar bahwa energi surya merupakan energi yang berasal dari sinar matahari dan dapat diubah menjadi energi listrik melalui panel surya. Materi disertai contoh penggunaan seperti lampu tenaga surya, PLTS, kalkulator surya, dan pompa air tenaga surya. Tepat di bawah penjelasan tersebut disediakan marker AR Energi Surya, yang jika dipindai akan menampilkan model 3D panel surya. Model AR ini memungkinkan siswa melihat secara visual bagaimana panel surya menyerap cahaya dan bagaimana sistem kerjanya, sehingga membantu memperkuat pemahaman konsep yang sebelumnya bersifat abstrak (Purwandari et al., 2021).

Selanjutnya, pada materi Energi Angin, modul menguraikan bahwa energi angin dihasilkan dari pergerakan massa udara akibat perbedaan suhu dan tekanan. Energi ini kemudian diubah menjadi energi mekanik untuk memutar turbin dan selanjutnya menjadi energi listrik melalui generator. Penjelasan dilengkapi dengan contoh nyata seperti kincir angin di Belanda, pembangkit listrik tenaga bayu di Sukabumi, serta turbin angin kecil untuk skala rumah tangga. Di bawah uraian tersebut terdapat marker AR Energi Angin yang menampilkan visualisasi turbin angin 3D. Ketika marker dipindai, siswa dapat melihat tampilan turbin yang berputar, struktur baling-baling, serta posisi generator, sehingga proses konversi energi dapat dipahami secara lebih konkret.

Integrasi marker AR pada setiap submateri ini memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Siswa tidak hanya membaca penjelasan tekstual, tetapi juga dapat mengeksplorasi objek 3D yang relevan dengan materi. Hal ini mendukung kegiatan pembelajaran visual, membantu mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak terkait jenis-jenis energi alternatif. Dengan demikian, penggunaan AR dalam modul secara efektif meningkatkan daya tarik pembelajaran, memperkaya pengetahuan siswa, dan memperkuat keterkaitan antara teori dan visualisasi nyata.



Gambar 1. Gambar Sampul Modul

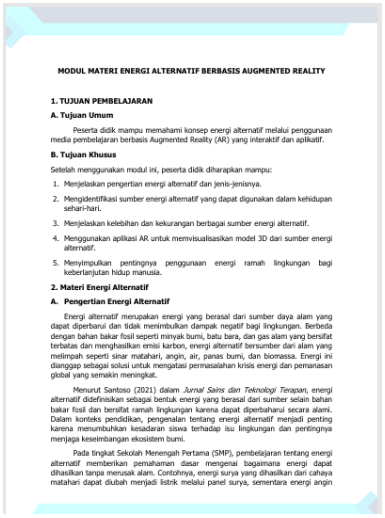
Cover modul dirancang dengan tujuan memberikan tampilan awal yang mampu merepresentasikan identitas, isi, dan karakter pembelajaran yang terdapat di dalam modul. Secara visual, cover modul menggunakan komposisi warna yang cerah dan kontras agar menarik perhatian siswa serta menampilkan kesan modern yang sesuai dengan penggunaan teknologi Augmented Reality (AR) dalam pembelajaran. Desain warna yang dipilih juga bertujuan untuk menciptakan suasana pembelajaran yang lebih menyenangkan dan tidak monoton, sehingga dapat meningkatkan motivasi belajar siswa sejak pertama kali melihat modul.

Di bagian tengah cover terdapat ilustrasi atau elemen visual energi alternatif, seperti panel surya, turbin angin, atau ikon pembangkit energi terbarukan lainnya. Elemen ini dipilih untuk memberikan gambaran langsung mengenai topik yang akan dipelajari, sehingga siswa dapat memahami isi materi bahkan sebelum membuka modul. Visual yang ditampilkan menggunakan gaya grafis yang sederhana namun informatif agar mudah dikenali oleh siswa.

Selain itu, pada cover tercantum dengan jelas judul modul, yaitu Modul Pembelajaran Energi Alternatif Berbasis *Augmented Reality*, yang ditulis menggunakan tipografi tebal dan mudah dibaca. Penempatan judul dilakukan secara strategis di bagian atas atau tengah agar menjadi fokus utama pembaca. Informasi identitas seperti nama penulis, institusi, dan tahun penerbitan juga ditampilkan secara rapi pada bagian bawah cover sehingga memenuhi unsur ilmiah sekaligus memudahkan identifikasi dokumen.

Beberapa marker AR juga dapat dicantumkan pada bagian cover sebagai identitas visual bahwa modul ini terintegrasi dengan teknologi Augmented Reality. Marker tersebut ditempatkan dengan ukuran yang proporsional agar tidak mengganggu komposisi desain namun tetap memberikan informasi bahwa modul ini dapat dipindai melalui aplikasi AR untuk menampilkan objek 3D.

Secara keseluruhan, cover modul tidak hanya berfungsi sebagai halaman pembuka, tetapi juga sebagai media yang menggambarkan karakter modul yang inovatif, modern, dan kontekstual. Desain cover yang informatif dan menarik diharapkan dapat meningkatkan minat siswa untuk menggunakan modul serta memberikan kesan awal bahwa pembelajaran yang akan dilakukan lebih interaktif melalui integrasi teknologi AR.



MODUL MATERI ENERGI ALTERNATIF BERBASIS AUGMENTED REALITY

1. TUJUAN PEMBELAJARAN

A. Tujuan Umum

Peserta didik mampu memahami konsep energi alternatif melalui penggunaan media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) yang interaktif dan aplikatif.

B. Tujuan Khusus

Setelah menggunakan modul ini, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menjelaskan pengertian energi alternatif dan jenis-jenisnya.
2. Mengidentifikasi sumber energi alternatif yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari.
3. Menjelaskan kelebihan dan kekurangan berbagai sumber energi alternatif.
4. Menggunakan aplikasi AR untuk memvisualisasikan model 3D dari sumber energi alternatif.
5. Menyimpulkan pentingnya penggunaan energi ramah lingkungan bagi keberlanjutan hidup manusia.

2. Materi Energi Alternatif

A. Pengertian Energi Alternatif

Energi alternatif merupakan energi yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui dan tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Berbeda dengan bahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam yang bersifat terbatas dan menghasilkan emisi karbon, energi alternatif bersumber dari alam yang melimpah seperti sinar matahari, angin, air, panas bumi, dan biomassa. Energi ini dianggap sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan krisis energi dan pemanasan global yang semakin meningkat.

Menurut Santoso (2021) dalam *Jurnal Sains dan Teknologi Terapan*, energi alternatif didefinisikan sebagai bentuk energi yang berasal dari sumber selain bahan bakar fosil dan bersifat ramah lingkungan karena dapat diperbaharui secara alami. Dalam konteks pendidikan, pengenalan tentang energi alternatif menjadi penting karena menumbuhkan kesadaran siswa terhadap isu lingkungan dan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem bumi.

Pada tingkat Sekolah Menengah Pertama (SMP), pembelajaran tentang energi alternatif memberikan pemahaman dasar mengenai bagaimana energi dapat dihasilkan tanpa merusak alam. Contohnya, energi surya yang dihasilkan dari cahaya matahari dapat diubah menjadi listrik melalui panel surya, sementara energi angin

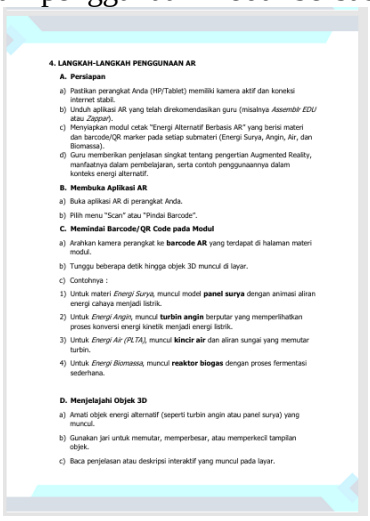
Gambar 2. Tujuan pembelajaran dan materi

Gambar pada modul yang memuat *Tujuan Pembelajaran* berfungsi sebagai panduan awal bagi siswa mengenai kompetensi apa saja yang harus dikuasai setelah mempelajari materi energi alternatif menggunakan modul berbasis Augmented Reality. Bagian ini dirancang agar siswa memahami arah dan capaian pembelajaran sebelum memasuki materi inti, sehingga mereka dapat belajar dengan lebih terarah.

Pada gambar tersebut biasanya terdapat beberapa poin tujuan yang mencakup kemampuan kognitif, keterampilan, serta sikap ilmiah yang diharapkan muncul setelah pembelajaran. Misalnya, siswa diharapkan mampu menjelaskan berbagai jenis energi alternatif, memahami proses terbentuknya energi angin, energi surya, atau energi air, serta mampu mengamati bentuk pembangkit energi melalui objek 3D yang muncul dari marker AR. Tujuan ini disusun berdasarkan kompetensi dasar IPA SMP dan disesuaikan dengan karakteristik pembelajaran berbasis teknologi.

Secara visual, bagian tujuan pembelajaran ditampilkan menggunakan ikon atau elemen grafis sederhana agar siswa mudah memahami poin-poin yang disampaikan. Desainnya dibuat menarik dan komunikatif untuk menumbuhkan rasa ingin tahu sejak awal. Penempatan tujuan pembelajaran di bagian awal modul juga memberikan gambaran kepada siswa mengenai aktivitas yang akan dilakukan, mulai dari mengamati objek AR, membaca materi penjelasan, hingga mengerjakan latihan.

Dengan demikian, gambar tujuan pembelajaran tidak hanya berfungsi sebagai informasi capaian belajar, tetapi juga sebagai pengantar yang membantu siswa mempersiapkan diri dan memahami keterkaitan antara kegiatan belajar dengan hasil yang ingin dicapai. Kejelasan tujuan pembelajaran tersebut menjadi fondasi penting agar siswa dapat mengikuti alur pembelajaran dengan lebih efektif dan memahami manfaat dari penggunaan modul berbasis AR.



4. LANGKAH-LANGKAH PENGGUNAAN AR

A. Persiapan

a) Pastikan perangkat Anda (HP/Tablet) memiliki kamera aktif dan koneksi internet stabil.
b) Unduh aplikasi AR yang telah direkomendasikan guru (misalnya *Assembr EDU* atau *Zappar*).
c) Menyiapkan modul cetak "Energi Alternatif Berbasis AR" yang berisi materi dan barcode/QR marker pada setiap submateri (Energi Surya, Angin, Air, dan Biomassa).
d) Guru memberikan penjelasan singkat tentang pengertian Augmented Reality, manfaatnya dalam pembelajaran, serta contoh penggunaannya dalam konteks energi alternatif.

B. Membuka Aplikasi AR

a) Buka aplikasi AR di perangkat Anda.
b) Pilih menu "Scan" atau "Pindai Barcode".

C. Memindai Barcode/QR Code pada Modul

a) Arahkan kamera perangkat ke **barcode AR** yang terdapat di halaman materi modul.
b) Tunggu beberapa detik hingga objek 3D muncul di layar.
c) Contohnya :
1) Untuk materi *Energi Surya*, muncul model **panel surya** dengan animasi aliran energi cahaya menjadi listrik.
2) Untuk *Energi Angin*, muncul **turbin angin** berputar yang memperlihatkan proses konversi energi kinetik menjadi energi listrik.
3) Untuk *Energi Air (PLTA)*, muncul **kincir air** dan aliran sungai yang memutar turbin.
4) Untuk *Energi Biomassa*, muncul **reaktor biogas** dengan proses fermentasi sederhana.

D. Menjelajahi Objek 3D

a) Amati objek energi alternatif (seperti turbin angin atau panel surya) yang muncul.
b) Gunakan jari untuk memutar, memperbesar, atau memperkecil tampilan objek.
c) Baca penjelasan atau deskripsi interaktif yang muncul pada layar.

Gambar 3. Gambar Langkah-langkah penggunaan

Langkah-langkah penggunaan modul ini dirancang untuk membantu siswa dan guru memahami alur penggunaan media pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) secara terstruktur dan mudah diikuti. Setiap langkah disusun agar pengguna dapat memperoleh pengalaman belajar yang optimal, mulai dari membuka modul hingga memanfaatkan fitur AR untuk memahami materi energi alternatif secara visual.

Pada tahap pertama, siswa diminta untuk membuka modul dan membaca bagian pendahuluan yang berisi tujuan pembelajaran, kompetensi dasar, serta gambaran umum materi. Bagian ini berfungsi sebagai orientasi awal agar siswa mengetahui arah pembelajaran yang akan dilakukan. Setelah memahami tujuan, siswa diarahkan menuju bagian petunjuk penggunaan AR. Pada bagian ini dijelaskan cara mengunduh atau membuka aplikasi AR yang digunakan, cara mengizinkan akses kamera, serta prosedur pemindaian marker.

Langkah berikutnya adalah melakukan pemindaian marker AR yang telah disediakan pada setiap submateri. Siswa cukup mengarahkan kamera perangkat ke marker, kemudian objek 3D seperti panel surya, turbin angin, atau pembangkit biomassa akan muncul di layar. Visualisasi ini memungkinkan siswa mengamati bentuk, komponen, dan cara kerja pembangkit energi secara lebih jelas. Pada tahap ini, siswa juga dianjurkan melakukan eksplorasi objek dengan menggerakkan perangkat agar dapat melihat tampilan dari berbagai sudut.

Setelah mengamati objek 3D, siswa melanjutkan ke bagian uraian materi untuk membaca penjelasan konseptual yang telah disediakan. Penggabungan antara visualisasi AR dan penjelasan materi text-based bertujuan memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep energi alternatif. Siswa kemudian diarahkan untuk mengerjakan latihan soal yang berkaitan dengan materi yang telah diamati, sehingga dapat mengukur sejauh mana pemahaman yang diperoleh.

Pada langkah terakhir, siswa diminta untuk mengisi refleksi singkat mengenai apa yang telah mereka pelajari dan kesan terhadap penggunaan AR dalam pembelajaran. Sementara itu, guru dapat memberikan penguatan atau penjelasan tambahan jika terdapat konsep yang belum dipahami siswa. Dengan mengikuti langkah-langkah ini, modul dapat digunakan secara maksimal sebagai media pembelajaran yang interaktif, efektif, dan mendukung pencapaian tujuan pembelajaran IPA khususnya materi energi alternatif.



Gambar 4. Gambar *barcode* modul

Hasil pengembangan modul berbasis Augmented Reality (AR) pada materi energi alternatif ditunjukkan melalui penyusunan konten materi beserta penyediaan marker AR untuk setiap jenis energi. Pada bagian ini, penjelasan mengenai energi surya dan energi angin disajikan secara

informatif dan terstruktur, kemudian diperkuat dengan penggunaan marker AR yang dapat dipindai oleh peserta didik menggunakan aplikasi AR bawaan modul.

Pada materi Energi Surya, modul menjelaskan konsep dasar bahwa energi surya merupakan energi yang berasal dari sinar matahari dan dapat diubah menjadi energi listrik melalui panel surya. Materi disertai contoh penggunaan seperti lampu tenaga surya, PLTS, kalkulator surya, dan pompa air tenaga surya. Tepat di bawah penjelasan tersebut disediakan marker AR Energi Surya, yang jika dipindai akan menampilkan model 3D panel surya. Model AR ini memungkinkan siswa melihat secara visual bagaimana panel surya menyerap cahaya dan bagaimana sistem kerjanya, sehingga membantu memperkuat pemahaman konsep yang sebelumnya bersifat abstrak.

Selanjutnya, pada materi Energi Angin, modul menguraikan bahwa energi angin dihasilkan dari pergerakan massa udara akibat perbedaan suhu dan tekanan. Energi ini kemudian diubah menjadi energi mekanik untuk memutar turbin dan selanjutnya menjadi energi listrik melalui generator. Penjelasan dilengkapi dengan contoh nyata seperti kincir angin di Belanda, pembangkit listrik tenaga bayu di Sukabumi, serta turbin angin kecil untuk skala rumah tangga. Di bawah uraian tersebut terdapat marker AR Energi Angin yang menampilkan visualisasi turbin angin 3D. Ketika marker dipindai, siswa dapat melihat tampilan turbin yang berputar, struktur baling-baling, serta posisi generator, sehingga proses konversi energi dapat dipahami secara lebih konkret.

Integrasi marker AR pada setiap submateri ini memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif. Siswa tidak hanya membaca penjelasan tekstual, tetapi juga dapat mengeksplorasi objek 3D yang relevan dengan materi. Hal ini mendukung kegiatan pembelajaran visual, membantu mengatasi kesulitan siswa dalam memahami konsep-konsep abstrak terkait jenis-jenis energi alternatif. Dengan demikian, penggunaan AR dalam modul secara efektif meningkatkan daya tarik pembelajaran, memperkaya pengetahuan siswa, dan memperkuat keterkaitan antara teori dan visualisasi nyata.

Selanjutnya Tahap Prototipe (*prototype*). Pada tahap penilaian (*Assesment*) sebagai berikut

Validasi produk. Hasil Validasi Modul Energi Alternatif Berbasis *Augmented Reality* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil validasi ahli materi

No	Aspek yang dinilai	Jumlah butir soal	Skor maksimal	Presentase	Kriteria
1	Penyajian Modul	3	12	75%	Layak
2	Kesesuaian Bahasa	6	24	75%	Layak
3	Keseuiain Isi	4	16	93,75%	Sangat Layak
4	Desain Modul	8	32	84,37%	Sangat Layak

Validasi modul pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) dilakukan oleh satu orang validator, yaitu ahli materi sekaligus ahli media. Validator tersebut menilai modul berdasarkan beberapa aspek, yang meliputi kelayakan isi, kebenaran konsep, penyajian materi, bahasa, tampilan desain, kerapian tata letak, dan kesesuaian fungsi marker AR. Penilaian dilakukan menggunakan lembar validasi skala Likert dengan rentang skor 1–4, kemudian dihitung menjadi persentase untuk menentukan tingkat kelayakan modul. Dari proses validasi yang dilakukan, diperoleh skor persentase 82,14%, yang termasuk dalam kategori “Sangat Layak.” Nilai tersebut menunjukkan bahwa modul AR yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan untuk digunakan sebagai media pembelajaran pada materi energi alternatif.

Validator memberikan beberapa catatan positif, yaitu bahwa materi disajikan secara runtut sesuai kurikulum, bahasa yang digunakan jelas dan sesuai tingkat pemahaman siswa SMP, serta contoh-contoh yang diberikan relevan dengan kehidupan sehari-hari. Selain itu, objek 3D yang muncul melalui marker AR dinilai membantu memperjelas representasi pembangkit energi seperti panel surya dan turbin angin.

Kesimpulan dan Saran

Bagian Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan modul pembelajaran berbasis *Augmented Reality* (AR) pada materi energi alternatif berhasil dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah model ADDIE, mulai dari analisis kebutuhan, perancangan desain modul, pengembangan materi dan marker AR, hingga validasi ahli. Proses validasi yang dilakukan oleh satu validator ahli menunjukkan bahwa modul memperoleh persentase kelayakan sebesar 82,14%, yang termasuk dalam kategori Sangat Layak. Temuan ini menunjukkan bahwa modul telah memenuhi aspek kelayakan materi, bahasa, penyajian, tampilan, serta kelayakan teknis penggunaan AR. Dengan demikian, modul ini dapat digunakan sebagai media pendukung pembelajaran IPA pada materi energi alternatif karena mampu membantu siswa memperoleh visualisasi yang lebih jelas dan interaktif terhadap konsep-konsep yang dipelajari.

Selain itu, keberadaan objek 3D dan marker AR dalam modul memungkinkan siswa untuk mempelajari bentuk dan cara kerja pembangkit energi alternatif dengan lebih konkret. Pengembangan modul ini juga memberikan kontribusi terhadap upaya penerapan teknologi digital dalam pembelajaran di sekolah, khususnya dalam peningkatan pengalaman belajar siswa. Secara keseluruhan, modul pembelajaran berbasis AR yang dihasilkan telah memenuhi tujuan pengembangan dan siap diimplementasikan dalam kegiatan pembelajaran di kelas.

Berdasarkan hasil penelitian dan validasi ahli, terdapat beberapa saran yang dapat menjadi pertimbangan untuk pemanfaatan dan pengembangan modul pembelajaran berbasis Augmented Reality ini. Pertama, guru diharapkan memberikan pengenalan awal mengenai cara penggunaan aplikasi AR sebelum proses pembelajaran dimulai, sehingga siswa dapat memahami langkah-langkah pemindaian marker dan memaksimalkan fitur visualisasi 3D yang tersedia. Pemahaman teknis di awal akan membantu pembelajaran berjalan lebih efektif dan mengurangi kendala dalam penggunaan media.

Selanjutnya, siswa disarankan untuk menggunakan modul ini tidak hanya ketika pembelajaran berlangsung di kelas, tetapi juga sebagai sarana belajar mandiri di rumah. Visualisasi objek tiga dimensi yang terdapat pada modul dapat membantu mereka memahami konsep energi alternatif secara lebih konkret dan mendalam. Penggunaan modul secara berkelanjutan diharapkan dapat meningkatkan minat serta motivasi belajar siswa.

Dari sisi sekolah, penyediaan fasilitas pendukung seperti perangkat smartphone atau tablet sangat diperlukan untuk memastikan bahwa modul dapat digunakan secara optimal. Ketersediaan perangkat yang memadai akan mendukung penerapan pembelajaran berbasis teknologi dan membuka peluang bagi sekolah untuk berinovasi lebih jauh dalam proses pembelajaran.

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya, disarankan agar modul ini diujicobakan pada kelompok siswa yang lebih luas sehingga efektivitasnya terhadap peningkatan hasil belajar dapat dianalisis secara lebih komprehensif. Selain itu, pengayaan konten AR dalam bentuk animasi proses kerja energi alternatif atau penambahan suara narasi dapat menjadi upaya penyempurnaan yang semakin meningkatkan kualitas pengalaman belajar siswa. Dengan pengembangan lebih lanjut, modul pembelajaran berbasis AR ini berpotensi menjadi media pembelajaran yang lebih lengkap dan adaptif terhadap kebutuhan peserta didik

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah SWT karena penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan selama proses penyusunan modul pembelajaran berbasis Augmented Reality dan penyelesaian laporan penelitian ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, dan masukan berharga sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada validator ahli yang telah meluangkan waktu untuk melakukan penilaian dan memberikan saran perbaikan terhadap modul yang

dikembangkan. Masukan yang diberikan sangat membantu dalam penyempurnaan produk penelitian ini. Tidak lupa, penulis mengucapkan terima kasih kepada guru dan pihak SMPN 3 Bangkalan yang telah memberikan izin serta dukungan dalam proses pengumpulan data dan pelaksanaan kegiatan pengembangan modul.

Selain itu, apresiasi ditujukan kepada keluarga, teman, serta rekan-rekan mahasiswa MBKM Penelitian yang senantiasa memberikan motivasi, bantuan, dan doa selama proses penelitian berlangsung. Semoga segala dukungan dan bantuan yang diberikan mendapatkan balasan kebaikan dari Allah SWT. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan media pembelajaran dan menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Daftar Pustaka

Mesra, R. (2023). Research & Development Dalam Pendidikan. In M. Jannah (Ed.), *Https://Doi.Org/10.31219/Osf.Io/D6Wck*. PT. Mifandi Mandiri Digital.

Pauziah, D., & Laksanawati, W. D. (2023). Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Berbasis Augmented Reality Pada Materi Struktur Kristal. *JurnaL Penelitian Pembelajaran Fsisika*, *14*(2), 179–188. https://doi.org/10.26877/jp2f.v14i2.

Purwandari, Yusro, A. C., & Purwito, A. (2021). Modul Fisika Berbasis Augmented Reality Sebagai Alternatif Sumber Belajar Siswa. *Jurnal Ilmiah Penedidikan Fisika*, *5*(1), 38–46.

Ramadani, R., Ramlawati, R., & Arsyad, M. (2020). Pengembangan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Augmented Reality. *Chemistry Education Review (CER)*, *3*(2), 152–162.

Sugiyono. (2020). *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. ALFABETA.

Yetti, I., & Afriyani, D. (2021). Validasi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Pendekatan Metaphorical Thinking untuk Kemampuan Pemahaman Matematis Peserta Didik di kelas VIII SMP. *Jurnal Pembelajaran Ipa*, *2*, 33–38.