Media Pembelajaran Augmented Reality Struktur Atom Untuk Siswa Kelas XI SMAN 18

M Arya Bagas Firjatullah*[1], Herlambang Saputra[2], Ica Admirani[3]
[123]Jurusan Teknik Komputer, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang
e-mail: aryabagas00@gmail.com, herlambang@polsri.ac.id, ica_admirani@polsri.ac.id

Abstrak

Pembelajaran materi struktur atom dan konfigurasi elektron pada mata pelajaran kimia kelas XI SMAN 18 Palembang masih mengandalkan media dua dimensi berupa teks dan gambar statis, sehingga siswa mengalami kesulitan memvisualisasikan konsep abstrak. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun media pembelajaran berbasis Augmented Reality (AR) pada materi struktur atom serta mengukur peningkatan hasil belajar dan penerimaan siswa terhadap media yang dikembangkan menggunakan Technology Acceptance Model (TAM). Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). Media pembelajaran ATOMIRA menghadirkan visualisasi tiga dimensi model atom Dalton, Thomson, Rutherford, dan Bohr, animasi elektron, serta Diagram Aufbau interaktif untuk mendukung pembelajaran struktur atom dan konfigurasi elektron. ATOMIRA mengintegrasikan seluruh fitur tersebut dalam satu aplikasi Android yang dapat digunakan secara offline. Pengujian dilakukan terhadap 30 siswa kelas XI F6 melalui pretest dan posttest, Black Box Testing, serta analisis TAM. Hasil pengujian menunjukkan seluruh 38 skenario aplikasi berfungsi dengan baik. Nilai rata-rata hasil belajar meningkat dari 75,67 pada pretest menjadi 94,33 pada posttest, dengan N-Gain rata-rata per siswa sebesar 0,58 dalam kategori sedang. Hasil TAM menunjukkan skor Perceived Usefulness sebesar 4,07, Perceived Ease of Use sebesar 4,08, dan Behavioral Intention to Use sebesar 4,04, dengan interpretasi keseluruhan diterima. Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar setelah penggunaan ATOMIRA serta penerimaan positif siswa terhadap media pembelajaran yang dikembangkan.

Kata kunci— *ADDIE, Augmented Reality, konfigurasi elektron, media pembelajaran, N-Gain, struktur atom, TAM*

Abstract

The learning of atomic structure and electron configuration in Grade XI Chemistry at SMAN 18 Palembang still relies on two-dimensional media in the form of text and static images, making it difficult for students to visualize abstract concepts. This study aims to design and build Augmented Reality (AR)-based learning media on atomic structure, and to measure the improvement in learning outcomes and students' acceptance of the developed media using the Technology Acceptance Model (TAM). The research method used is Research and Development (R&D) with the ADDIE model (Analysis, Design, Development, Implementation, Evaluation). The ATOMIRA learning media presents three-dimensional visualizations of the Dalton, Thomson, Rutherford, and Bohr atomic models, electron animations, and an interactive Aufbau Diagram to support the learning of atomic structure and electron configuration. ATOMIRA integrates all of these features in a single Android application that can be used offline. Testing was conducted on 30 students of class XI F6 through a pretest and posttest, Black Box Testing, and TAM analysis. The test results show that all 38 application scenarios function properly. The average learning outcome score increased from 75.67 in the pretest to 94.33 in the posttest, with

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

an average N-Gain per student of 0.58 in the medium category. The TAM results show a Perceived Usefulness score of 4.07, a Perceived Ease of Use score of 4.08, and a Behavioral Intention to Use score of 4.04, with an overall interpretation of "agree". The results indicate an improvement in learning outcomes after the use of ATOMIRA, as well as positive student acceptance of the developed learning media.

Keywords— *ADDIE, atomic structure, Augmented Reality, electron configuration, learning media, N-Gain, TAM*

1. PENDAHULUAN

Pembelajaran kimia memiliki tantangan dalam memahami konsep submikroskopik yang tidak dapat diamati secara langsung. Materi struktur atom menuntut kemampuan visualisasi untuk memahami partikel penyusun atom, perkembangan model atom, tingkat energi, bilangan kuantum, dan konfigurasi elektron. Penyajian melalui teks dan gambar dua dimensi berpotensi membuat siswa lebih berfokus pada hafalan daripada pemahaman konsep. Berdasarkan observasi dan wawancara pada pembelajaran kimia kelas XI di SMAN 18 Palembang, siswa cenderung kurang fokus ketika pembelajaran hanya mengandalkan buku teks, sementara penggunaan media alternatif belum optimal karena pertimbangan motivasi dan kepraktisan penerapan di kelas.

Augmented Reality (AR) dapat menjadi alternatif untuk memvisualisasikan konsep abstrak melalui penampilan objek virtual secara real-time di lingkungan nyata menggunakan kamera smartphone. Dalam pembelajaran kimia, teknologi ini memungkinkan siswa mengamati objek tiga dimensi secara lebih interaktif sehingga berpotensi membantu pemahaman konsep [1]. Penelitian terdahulu telah menerapkan AR pada berbagai materi kimia, seperti hidrokarbon melalui Assemblr Edu oleh Tahir dkk. [2] dan sistem periodik unsur melalui CHEMAR oleh Hikmah, Yamtinah, dan Mahardiani, yang melaporkan peningkatan kemampuan berpikir abstrak siswa [3]. Penelitian lain juga mengembangkan media AR berbasis Android pada materi struktur atom [4], sehingga menunjukkan relevansi teknologi ini untuk mendukung visualisasi materi tersebut.

Berdasarkan penelitian terdahulu, ATOMIRA dirancang sebagai media pembelajaran AR berbasis Android yang mengintegrasikan visualisasi beberapa model atom, animasi elektron, Diagram Aufbau, materi pendukung, dan latihan soal dalam satu aplikasi. Integrasi tersebut memungkinkan siswa mengeksplorasi materi struktur atom dan konfigurasi elektron melalui visualisasi tiga dimensi serta fitur pembelajaran yang saling melengkapi. Fokus penelitian ini terletak pada penggabungan fitur-fitur tersebut dalam satu media pembelajaran yang secara khusus membahas struktur atom dan konfigurasi elektron. Selain menguji fungsionalitas aplikasi, penelitian ini mengevaluasi peningkatan hasil belajar melalui N-Gain dan penerimaan siswa menggunakan Technology Acceptance Model (TAM).

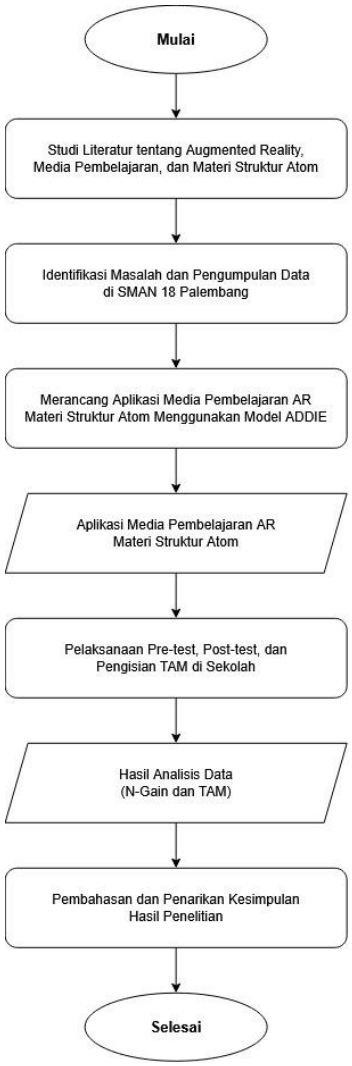
Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun ATOMIRA untuk pembelajaran struktur atom dan konfigurasi elektron pada siswa kelas XI SMAN 18 Palembang. Peningkatan hasil belajar setelah penggunaan media diukur menggunakan N-Gain, sedangkan penerimaan siswa dianalisis melalui TAM. Analisis penerimaan mencakup aspek kebermanfaatan (perceived usefulness), kemudahan penggunaan (perceived ease of use), dan niat menggunakan kembali (behavioral intention). Hasil penelitian diharapkan memberikan gambaran mengenai fungsionalitas media, peningkatan hasil belajar, dan penerimaan siswa terhadap penggunaan AR dalam pembelajaran kimia

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan model ADDIE yang terdiri atas Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation. Model ADDIE dipilih karena menyediakan alur perancangan yang sistematis dari identifikasi kebutuhan

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

hingga evaluasi produk [5]. Penelitian dilaksanakan di SMAN 18 Palembang dengan subjek 30 siswa kelas XI F6. Sampel dipilih menggunakan purposive sampling berdasarkan rekomendasi guru, kesiapan kelas, serta kesesuaian waktu pelaksanaan [6].



Gambar 1. Alur penelitian

2.1 Pengumpulan Data

Data awal diperoleh melalui observasi dan wawancara dengan guru kimia kelas XI untuk mengidentifikasi kondisi pembelajaran, media yang digunakan, kesulitan dalam menyampaikan materi struktur atom, dan kebutuhan terhadap media yang lebih interaktif. Data kuantitatif diperoleh melalui pre-test, post-test, dan kuesioner TAM setelah siswa menggunakan aplikasi. Penggunaan kuesioner sebagai instrumen penelitian disesuaikan dengan kebutuhan pengumpulan data respons pengguna [6].

2.2 Tahapan ADDIE

Tahap Analysis dilakukan melalui analisis kebutuhan dan kurikulum. Hasil analisis menunjukkan perlunya media yang mampu menampilkan konsep abstrak dalam bentuk tiga dimensi, memiliki navigasi sederhana, dapat digunakan melalui smartphone Android, dan dapat

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

dijalankan secara offline. Materi dibatasi pada partikel dasar penyusun atom, perkembangan model atom, tingkat energi, bilangan kuantum, dan konfigurasi elektron.

Tahap Design meliputi perancangan flowchart, marker, antarmuka, objek tiga dimensi, serta instrumen evaluasi. Alur aplikasi dimulai dari inisialisasi Vuforia dan kamera, dilanjutkan ke menu utama, pemilihan materi, pemindaian marker, kemunculan objek 3D, panel informasi, kuis, dan latihan. Satu marker digunakan sebagai target pengenalan pada scene AR yang berbeda sesuai materi yang dipilih pengguna.

Tahap Development meliputi pembuatan aset menggunakan Blender 3D, desain marker dan elemen antarmuka menggunakan Adobe Illustrator, serta integrasi dan pemrograman menggunakan Unity dengan bahasa C#. Objek yang dikembangkan mencakup model atom Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, dan Diagram Aufbau. Beberapa objek dilengkapi animasi pergerakan elektron dan interaksi untuk memperjelas konsep.

Tahap Implementation dilakukan dengan menerapkan aplikasi pada pembelajaran kelas XI F6. Siswa mengerjakan pre-test, memperoleh pengenalan aplikasi, menggunakan media AR secara terbimbing dan mandiri, kemudian mengerjakan post-test serta mengisi kuesioner TAM. Tahap Evaluation dilakukan dengan menganalisis hasil pengujian fungsional, N-Gain, dan TAM untuk menilai keberhasilan produk.

2.3 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsional menggunakan Black Box Testing. Metode ini memeriksa kesesuaian input dan output tanpa melihat struktur internal kode program [7]. Sebanyak 38 skenario diuji, meliputi navigasi menu, aktivasi kamera, deteksi marker, tampilan objek 3D, animasi, panel informasi, Diagram Aufbau, latihan, kuis, dan fungsi keluar.

2.4 Analisis Hasil Belajar

Instrumen pre-test dan post-test terdiri atas 10 soal pilihan ganda dengan skor maksimum 100 dimana 100 merupakan skor ideal. Materi soal mencakup perkembangan model atom, partikel penyusun atom, tingkat energi, dan konfigurasi elektron. Peningkatan hasil belajar dihitung menggunakan N-Gain [8]. N-Gain dihitung untuk setiap siswa berdasarkan skor pre-test dan post-test masing-masing, kemudian nilai N-Gain seluruh siswa dirata-ratakan untuk memperoleh N-Gain rata-rata kelas. Persamaan yang digunakan adalah:

$$N\ Gain = \frac{Skor\ Posttest - Skor\ Pretest}{Skor\ Ideal - Skor\ Pretest} \quad (1)$$

Nilai N-Gain dikategorikan tinggi apabila $g \geq 0{,}70$, sedang apabila $0{,}30 \leq g < 0{,}70$, dan rendah apabila $g < 0{,}30$ [9]. Dalam penelitian ini, nilai sedang atau tinggi dipandang sebagai indikator tercapainya peningkatan hasil belajar.

2.5 Analisis Technology Acceptance Model

TAM digunakan untuk menganalisis penerimaan media AR [10]. Kuesioner terdiri atas 13 pernyataan dengan skala Likert 1–5, yaitu lima butir Perceived Usefulness (PU), lima butir Perceived Ease of Use (PEOU), dan tiga butir Behavioral Intention to Use (BI). Skor rata-rata dihitung untuk setiap konstruk menggunakan persamaan:

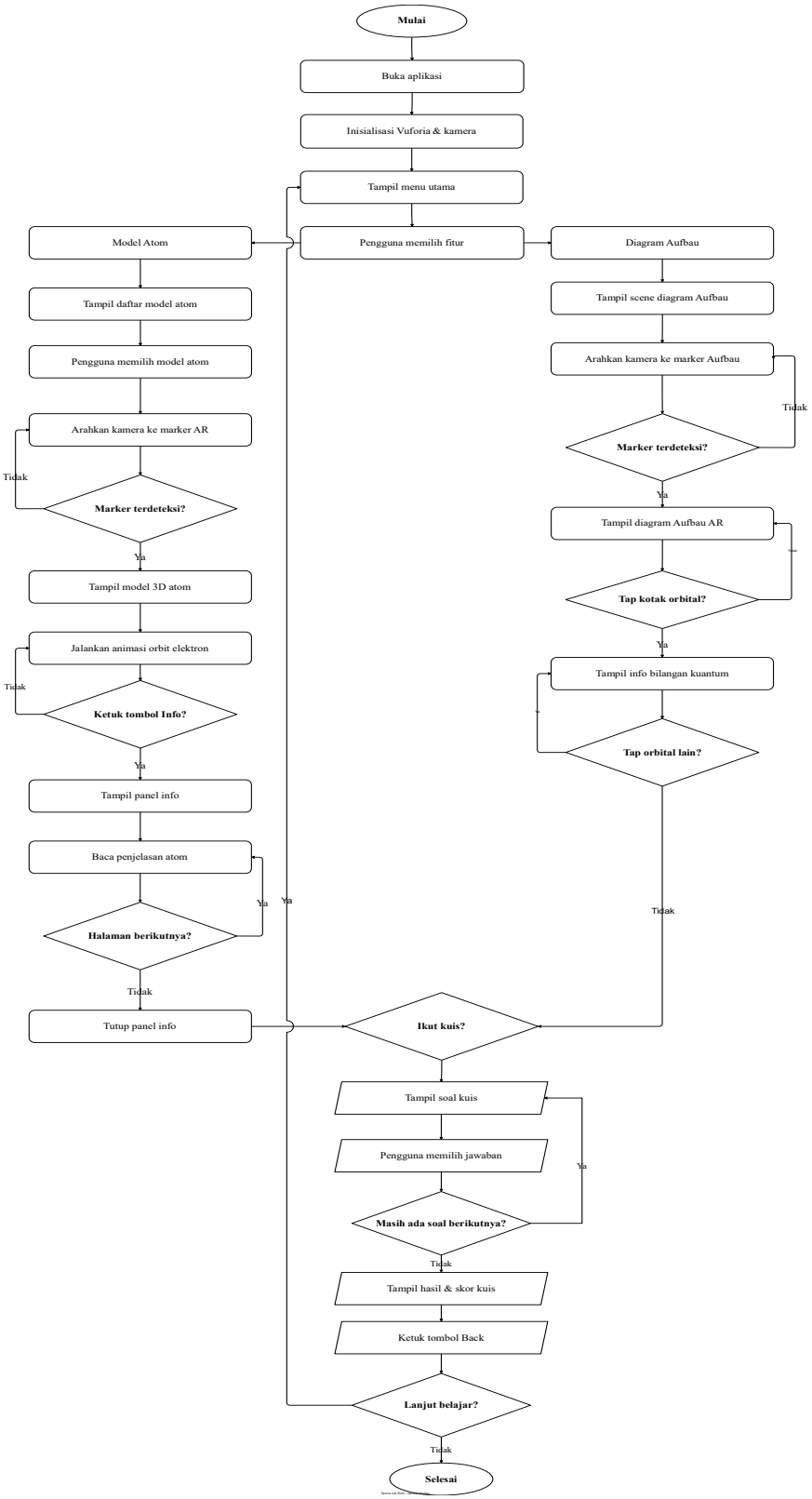
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n} \quad (2)$$

Interpretasi skor menggunakan rentang 4,21–5,00 = sangat baik/sangat diterima; 3,41–4,20 = baik/diterima; 2,61–3,40 = cukup; 1,81–2,60 = kurang; dan 1,00–1,80 = sangat kurang.

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Perancangan Media

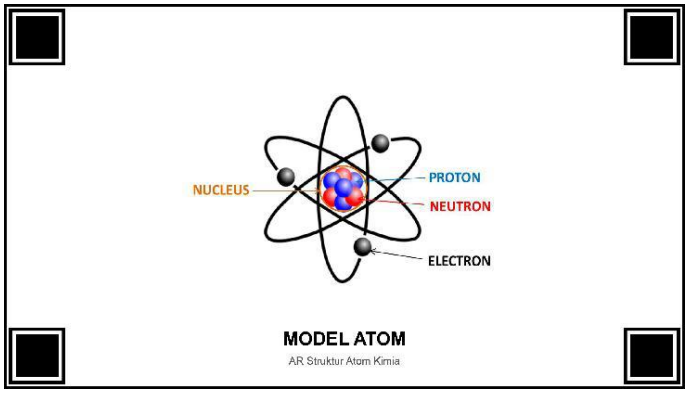


Gambar 2. *Flowchart* aplikasi

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

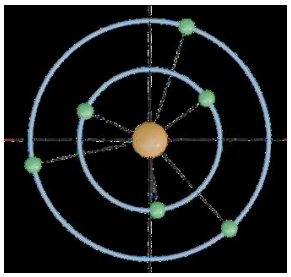
Hasil tahap Analysis menunjukkan bahwa kebutuhan utama pengguna adalah media pembelajaran yang dapat memperjelas konsep abstrak, mudah digunakan, dan praktis diterapkan pada perangkat yang telah dimiliki siswa. Dari sisi fungsional, aplikasi harus mampu mendeteksi marker, menampilkan objek 3D secara real-time, menyediakan informasi materi, animasi, navigasi antarsubmateri, dan berjalan tanpa koneksi internet. Dari sisi teknis, aplikasi dibangun untuk Android dengan minimum API Level 29, ukuran akhir sekitar 83 MB, dan RAM minimum 2 GB sebagaimana spesifikasi produk akhir.

Pada tahap Design, aplikasi dirancang dengan beberapa halaman utama, yaitu Main Menu, Select Scene, Materi, Tentang, Scan AR, Quiz, dan Latihan. Menu Select Scene menyediakan pilihan model atom Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, dan konfigurasi elektron. Pada scene AR, marker yang sama digunakan sebagai target sehingga pengguna cukup mengarahkan kamera pada marker setelah memilih materi. Pendekatan tersebut membuat pengelolaan target lebih sederhana.



Gambar 3. Marker AR yang digunakan pada aplikasi

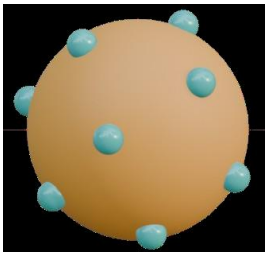
Marker dirancang dengan pola yang memiliki kontras dan detail agar dapat dikenali Vuforia. Marker yang telah dibuat didaftarkan sebagai image target sebelum diintegrasikan ke Unity. Penggunaan satu marker pada beberapa scene memungkinkan objek yang muncul ditentukan oleh scene yang dipilih pengguna, bukan oleh perubahan marker.



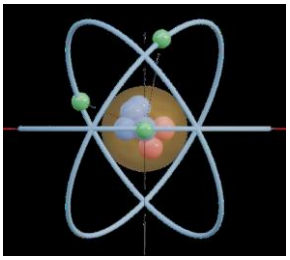
(a) Model Atom Bohr



(b) Model Atom Dalton



(c) Model Atom Thomson

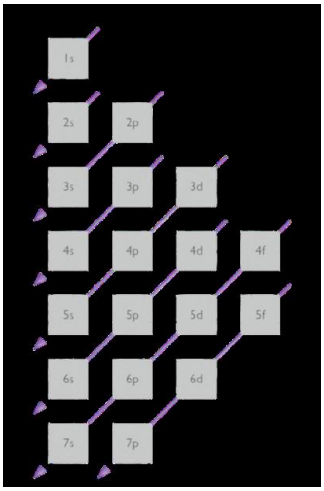


(d) Model Atom Rutherford

Gambar 4. Visualisasi model atom tiga dimensi pada ATOMIRA

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

Tahap Development menghasilkan lima objek utama yang menjadi inti visualisasi. Model Dalton direpresentasikan sebagai bola pejal, model Thomson menampilkan elektron pada bola bermuatan positif, model Rutherford menampilkan inti atom dengan elektron yang mengelilinginya, sedangkan model Bohr menampilkan elektron pada lintasan atau tingkat energi tertentu. Diagram Aufbau digunakan untuk mendukung materi konfigurasi elektron. Objek 3D dibuat dengan Blender dan diintegrasikan ke Unity melalui sistem pengenalan marker Vuforia.



Gambar 5. Diagram Aufbau sebagai visualisasi konfigurasi elektron

Diagram Aufbau tidak hanya ditampilkan sebagai gambar statis. Pengguna dapat memilih kotak orbital untuk memperoleh informasi terkait orbital yang dipilih. Interaksi tersebut memberikan hubungan antara urutan pengisian orbital dan konsep bilangan kuantum sehingga materi konfigurasi elektron dapat dieksplorasi secara bertahap.



Gambar 6 Main Menu

Halaman Main Menu merupakan tampilan awal aplikasi yang berfungsi sebagai pusat navigasi menuju fitur-fitur utama ATOMIRA. Pada halaman ini tersedia beberapa tombol untuk mengakses pemindaian AR, materi, dan informasi aplikasi. Desain dibuat sederhana agar pengguna dapat memahami fungsi setiap menu dengan mudah.



Gambar 7 Select Scene

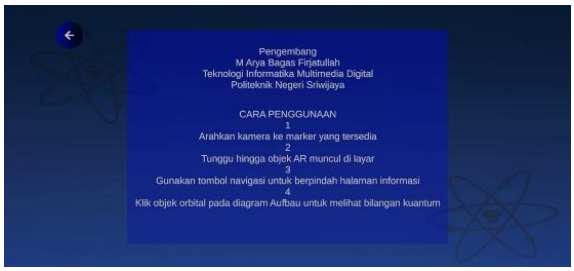
Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

Halaman Select Scene digunakan untuk memilih materi atau model atom yang akan dipelajari. Pengguna dapat memilih model atom sesuai dengan materi yang ingin dipelajari sehingga proses pembelajaran dapat dilakukan secara mandiri dan terarah.



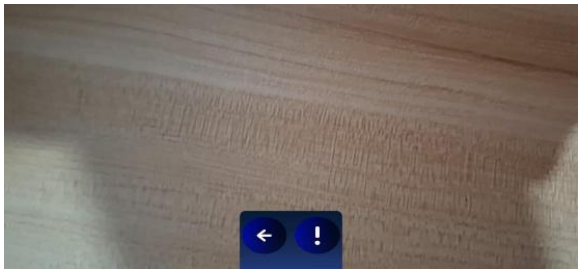
Gambar 8 Materi

Halaman Materi menyajikan informasi pembelajaran yang berkaitan dengan struktur atom dan konfigurasi elektron. Halaman ini berfungsi sebagai sumber informasi pendukung yang dapat digunakan siswa untuk memahami konsep yang ditampilkan pada aplikasi.



Gambar 9 Tentang

Halaman Tentang berisi informasi mengenai aplikasi ATOMIRA dan pengembangnya. Halaman ini digunakan sebagai informasi pendukung agar pengguna dapat mengetahui identitas dan tujuan perancangan media pembelajaran.



Gambar 10 Scan AR

Halaman Scan AR digunakan untuk melakukan pemindaian marker menggunakan kamera smartphone. Setelah marker berhasil dikenali, objek tiga dimensi yang sesuai akan ditampilkan pada layar sehingga siswa dapat mengamati model atom secara lebih interaktif.



Gambar 11 Quiz

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

Halaman Quiz menyediakan soal evaluasi untuk menguji pemahaman siswa setelah mempelajari materi. Fitur ini memberikan kesempatan kepada pengguna untuk mengetahui sejauh mana pemahaman terhadap materi yang telah dipelajari melalui aplikasi.



Gambar 12 Latihan

Halaman Latihan menyediakan soal latihan yang dapat digunakan siswa untuk memperdalam pemahaman terhadap materi struktur atom dan konfigurasi elektron. Fitur ini mendukung kegiatan belajar mandiri dengan memberikan latihan tambahan setelah mempelajari materi.

3.2 Hasil Black Box Testing

Black Box Testing dilakukan terhadap 38 skenario. Pengujian mencakup fungsi dasar aplikasi, scene model atom, konfigurasi elektron, materi, latihan, serta kuis. Seluruh skenario menghasilkan status Berhasil sehingga persentase keberhasilan fungsional mencapai 100%. Hasil ini menunjukkan bahwa aplikasi dapat menjalankan fungsi yang dirancang dan siap digunakan pada tahap implementasi.

Tabel 1. Ringkasan hasil Black Box Testing

Skenario	Kelompok fungsi yang diuji	Hasil
1–5	Menu utama dan navigasi scene	Berhasil
6–13	Kamera AR, deteksi marker, objek 3D, informasi, dan kembali	Berhasil
14–19	Visualisasi Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, dan Diagram Aufbau	Berhasil
20–23	Materi, navigasi halaman, dan Tentang	Berhasil
24–28	Latihan, pilihan jawaban, navigasi soal, dan skor	Berhasil
29–37	Kuis pada setiap scene, validasi jawaban, skor, dan keluar kuis	Berhasil
38	Tombol keluar aplikasi	Berhasil

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa seluruh fungsi yang menjadi kebutuhan fungsional dapat dijalankan sesuai rancangan. Namun, hasil Black Box Testing perlu dipahami secara tepat: pengujian ini memverifikasi fungsi berdasarkan input dan output, bukan mengukur secara khusus performa rendering 3D atau usability. Evaluasi terhadap persepsi pengguna dilakukan secara terpisah melalui TAM.

3.3 Hasil Pre-test dan Post-test

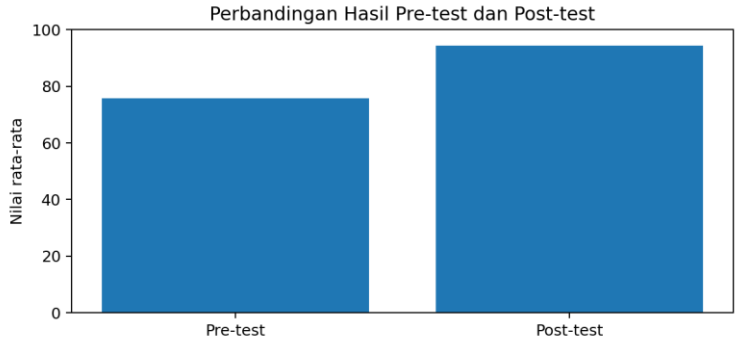
Pengujian hasil belajar dilakukan pada 30 siswa kelas XI F6. Pre-test diberikan sebelum penggunaan media untuk memperoleh gambaran kemampuan awal, sedangkan post-test diberikan setelah siswa menggunakan aplikasi. Kedua tes menggunakan instrumen yang sama dengan 10 soal pilihan ganda sehingga hasil dapat dibandingkan pada cakupan materi dan tingkat kesulitan yang sama.

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

Tabel 2. Perbandingan rata-rata hasil belajar

Tahap	Rata-rata	N	Keterangan
Pre-test	75,67	30	Kemampuan awal
Post-test	94,33	30	Setelah penggunaan AR
Peningkatan rata-rata	18,66	30	Selisih mean

Nilai rata-rata meningkat dari 75,67 menjadi 94,33, atau bertambah 18,66 poin. Nilai terendah pre-test adalah 30 dan nilai tertinggi 100, sedangkan pada post-test nilai terendah meningkat menjadi 70 dan nilai tertinggi tetap 100. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa setelah pembelajaran menggunakan ATOMIRA, capaian siswa secara umum menjadi lebih tinggi.



Gambar 13. Perbandingan nilai rata-rata pre-test dan post-test

Perhitungan N-Gain menghasilkan nilai rata-rata sebesar 0,58 yang termasuk kategori sedang. Nilai ini merupakan rata-rata N-Gain dari 30 siswa yang dihitung per individu, bukan N-Gain yang dihitung dari selisih rata-rata kelas pada Tabel 2. Perhitungan per individu lebih sesuai karena kemampuan awal siswa berbeda-beda, dan nilai rata-ratanya menjadi lebih rendah karena siswa dengan skor pre-test tinggi memiliki ruang peningkatan yang terbatas (ceiling effect). Distribusi N-Gain menunjukkan 13 siswa (43,3%) berada pada kategori tinggi, 8 siswa (26,7%) pada kategori sedang, dan 9 siswa (30,0%) pada kategori rendah. Variasi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tidak sama pada setiap siswa.

Tabel 3. Distribusi kategori N-Gain siswa

Kategori	Rentang N-Gain	Jumlah	Persentase
Tinggi	$g \geq 0{,}70$	13	43,3%
Sedang	$0{,}30 \leq g < 0{,}70$	8	26,7%
Rendah	$g < 0{,}30$	9	30,0%
Total	–	30	100%

Nilai N-Gain kategori rendah perlu dibaca bersama kemampuan awal siswa. Sebagian siswa memiliki nilai pre-test 90–100 sehingga ruang peningkatannya sangat terbatas. Kondisi tersebut merupakan ceiling effect: ketika skor awal telah mendekati skor maksimum, kenaikan absolut yang kecil dapat menghasilkan N-Gain rendah meskipun siswa tetap mempertahankan capaian tinggi. Karena itu, kesimpulan efektivitas pada penelitian ini didasarkan pada nilai N-Gain rata-rata, peningkatan mean, serta distribusi kategori, bukan pada kategori individual semata.

Secara pedagogis, peningkatan tersebut berkaitan dengan karakteristik ATOMIRA yang memberikan representasi visual tiga dimensi dan animasi. Siswa dapat mengamati model atom dari sudut pandang yang lebih konkret dibandingkan ilustrasi dua dimensi, kemudian membaca

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

informasi dan mencoba latihan yang tersedia. Temuan ini sejalan dengan penelitian AR pada pembelajaran kimia yang menekankan manfaat visualisasi untuk konsep abstrak [1], [3], [4], [11].

3.4 Hasil Technology Acceptance Model (TAM)

Kuesioner TAM diberikan kepada 30 siswa setelah penggunaan media. Tiga konstruk yang diukur adalah Perceived Usefulness (PU), Perceived Ease of Use (PEOU), dan Behavioral Intention to Use (BI). Hasil per konstruk disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi hasil analisis TAM

Konstruk	Mean	Interpretasi
Perceived Usefulness (PU)	4,07	Diterima
Perceived Ease of Use (PEOU)	4,08	Diterima
Behavioral Intention to Use (BI)	4,04	Diterima
Rata-rata keseluruhan	4,06	Diterima

Konstruk PU memperoleh rata-rata 4,07. Indikator dengan skor tertinggi adalah PU1 sebesar 4,17, yang menyatakan bahwa media AR membantu siswa memahami materi struktur atom dan konfigurasi elektron. PU3 mengenai manfaat AR untuk memvisualisasikan konsep abstrak memperoleh 4,07. Hasil tersebut menunjukkan bahwa fungsi utama media sebagai alat bantu visual dipersepsikan positif oleh siswa.

Konstruk PEOU memperoleh rata-rata 4,08. Nilai tertinggi terdapat pada PEOU5 sebesar 4,30 dengan interpretasi Sangat Diterima, sedangkan PEOU1 mengenai kemudahan mempelajari cara penggunaan memperoleh 3,93. Hasil ini menunjukkan bahwa setelah aplikasi digunakan, siswa secara umum merasa aplikasi mudah dioperasikan. Struktur navigasi yang sederhana dan pembagian scene berdasarkan materi mendukung persepsi tersebut.

Konstruk BI memperoleh rata-rata 4,04. BI1 mengenai niat menggunakan kembali memperoleh 3,97, sedangkan BI2 dan BI3 masing-masing memperoleh 4,07. Artinya, siswa tidak hanya menerima aplikasi dari sisi manfaat dan kemudahan, tetapi juga menunjukkan kecenderungan untuk menggunakan kembali dan merekomendasikannya. Secara keseluruhan, rata-rata TAM sebesar 4,06 berada pada rentang 3,41–4,20 sehingga termasuk kategori Diterima.

Hasil TAM memperkuat hasil pengujian fungsional dan N-Gain. Jika Black Box Testing menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai rancangan, N-Gain menunjukkan peningkatan capaian belajar, maka TAM menunjukkan bahwa pengguna memberikan persepsi positif terhadap aplikasi. Kombinasi ketiga hasil tersebut memberikan gambaran evaluasi yang lebih lengkap mengenai ATOMIRA sebagai media pembelajaran.

3.5 Pembahasan

Dari sisi perancangan, ADDIE membantu menghubungkan kebutuhan lapangan dengan fitur media yang dikembangkan. Kebutuhan akan visualisasi, kepraktisan, dan navigasi sederhana pada tahap Analysis diterjemahkan menjadi rancangan scene, marker, objek 3D, dan instrumen evaluasi pada tahap Design, kemudian diwujudkan menjadi aplikasi Android pada tahap Development. Alur ini menunjukkan kesesuaian ADDIE dengan karakteristik penelitian perancangan media pembelajaran [5].

Dari sisi teknologi, Unity berfungsi sebagai pusat integrasi scene, UI, logika C#, dan komponen AR dalam satu project. Blender digunakan untuk membuat objek 3D model atom, sedangkan Vuforia menangani pengenalan marker. Kombinasi ini mendukung proses pengembangan dari pembuatan aset hingga aplikasi siap dijalankan pada smartphone, dengan marker-based tracking yang sesuai untuk memunculkan objek berdasarkan marker yang dikenali.

Dari sisi pembelajaran, nilai N-Gain sebesar 0,58 berada pada kategori sedang dan memenuhi indikator keberhasilan yang ditetapkan dalam penelitian. Hasil ini menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar setelah penggunaan media. Namun, karena penelitian

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

menggunakan desain satu kelompok tanpa kelompok kontrol, peningkatan tersebut belum dapat sepenuhnya dikaitkan dengan penggunaan AR. Oleh karena itu, temuan ini lebih tepat dipahami sebagai peningkatan hasil belajar dalam konteks uji coba yang dilakukan.

Hasil TAM dengan nilai rata-rata keseluruhan 4,06 menunjukkan penerimaan positif siswa terhadap aplikasi. Nilai PEOU yang sedikit lebih tinggi daripada PU mengindikasikan bahwa kemudahan penggunaan merupakan salah satu aspek yang dinilai baik oleh siswa. Aspek ini penting karena media dengan visualisasi menarik tetap dapat mengganggu proses belajar apabila sulit dioperasikan. Pada ATOMIRA, navigasi sederhana dan penggunaan marker yang konsisten membantu siswa berinteraksi dengan aplikasi secara lebih terarah.

Meskipun menunjukkan hasil positif, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Sampel hanya mencakup 30 siswa dari satu kelas sehingga hasilnya belum dapat digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas. Desain satu kelompok pre-test dan post-test juga belum memungkinkan perbandingan langsung dengan pembelajaran konvensional. Selain itu, Black Box Testing hanya menguji fungsionalitas fitur dan belum mencakup pengukuran performa teknis, seperti frame rate, maupun usability menggunakan instrumen terstandar. Penelitian selanjutnya dapat melibatkan lebih banyak kelas, kelompok pembanding, serta pengujian usability dan performa teknis untuk memperoleh evaluasi yang lebih menyeluruh.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pengujian, dapat disimpulkan bahwa: (1) media pembelajaran ATOMIRA berhasil dirancang dan dibangun menggunakan R&D dengan model ADDIE, Unity, Blender 3D, dan Vuforia. Produk memuat visualisasi model atom Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Diagram Aufbau, materi pendukung, kuis, dan latihan; (2) seluruh 38 skenario Black Box Testing memperoleh hasil Berhasil sehingga fungsi aplikasi berjalan sesuai rancangan; (3) rata-rata hasil belajar meningkat dari 75,67 pada pre-test menjadi 94,33 pada post-test dengan N-Gain 0,58 kategori sedang; dan (4) penerimaan pengguna berada pada kategori Diterima dengan rata-rata TAM 4,06, terdiri atas PU 4,07, PEOU 4,08, dan BI 4,04. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ATOMIRA layak digunakan sebagai media pendamping pembelajaran untuk membantu visualisasi materi struktur atom dan konfigurasi elektron.

5. SARAN

Pengembangan berikutnya dapat memperluas materi kimia di luar struktur atom dan konfigurasi elektron, meningkatkan kualitas visual objek 3D, serta memperkaya interaksi pembelajaran. Penelitian selanjutnya juga disarankan menggunakan sampel yang lebih besar dan melibatkan sekolah dengan karakteristik berbeda agar hasil dapat dibandingkan dan digeneralisasikan dengan lebih baik. Untuk evaluasi yang lebih kuat, penelitian lanjutan dapat menggunakan kelompok kontrol serta instrumen usability dan performa teknis yang terukur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Sriwijaya dan SMAN 18 Palembang, khususnya guru dan siswa kelas XI F6, yang telah mendukung pelaksanaan penelitian dan uji coba media pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Musyadi *et al.*, “Kajian literatur: Penggunaan media AR terhadap pemahaman konsep kimia,” *Dalton*, vol. 8, no. 1, pp. 9-20, 2025, doi: 10.31602/dl.v8i1.17251.

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026

[2] F. Tahir *et al.*, "Validitas media pembelajaran kimia berbasis Augmented Reality (AR) menggunakan Assemblr Edu pada materi hidrokarbon," *Jurnal Pendidikan Kimia, Fisika dan Biologi*, vol. 1, no. 3, 2025. [Online]. Available: https://ejournal.aripi.or.id/index.php/jupenkifb/article/view/319

[3] M. M. Hikmah, S. Yamtinah, & L. Mahardiani, "CHEMAR (Chemistry Augmented Reality) pada sistem periodik unsur sebagai media interaktif untuk meningkatkan kemampuan berpikir abstrak siswa," *Jurnal Pendidikan Kimia*, vol. 11, no. 2, pp. 221-230, 2022. https://jurnal.uns.ac.id/JPKim/article/view/66618

[4] Chairunnisa, Al Rian, & Ismanto, "Pengembangan media AR berbasis Android pada materi struktur atom SMA," *Didaktik*, vol. 11, no. 3, pp. 225-230, 2025. [Online]. Available: http://journal.stkipsubang.ac.id/index.php/didaktik/article/view/7710

[5] Nasution & Taufik, "Effectiveness of ADDIE model implementation," in *Proc. Int. Seminar of Islamic Studies*, 2025. [Online]. Available: https://jurnal.umsu.ac.id/index.php/insis/article/view/22915

[6] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung, Indonesia: Alfabeta, 2019.

[7] Ichsanudin, Yusuf, & Suraya, "Pengujian fungsional black box testing," *STORAGE*, vol. 1, no. 2, pp. 1-8, 2022, doi: 10.55123/storage.v1i2.270.

[8] Wahab, Junaedi, & Azhar, "Efektivitas pembelajaran statistika N-gain," *Jurnal Basicedu*, vol. 5, no. 2, pp. 1039-1045, 2021. [Online]. Available: https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/845

[9] M. Qibtiyah & S. Sukarmin, "Development of augmented reality-based interactive 'Element Card' media on electron configuration submaterial according to Niels Bohr," *Prisma Sains*, vol. 10, no. 2, pp. 252-261, 2022, doi: 10.33394/j-ps.v10i2.4916.

[10] R. Fajri & M. Muskhir, "Analisis penerimaan media pembelajaran mobile based augmented reality menggunakan Technology Acceptance Model terhadap mahasiswa Teknik Elektro," *Saturnus: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 3, no. 3, pp. 103-115, 2025, doi: 10.61132/saturnus.v3i3.944.

[11] Wulandari, Jusniar, & Majid, "AR-based learning media cards on atomic structure," *UNESA J. Chem. Educ.*, vol. 12, no. 2, pp. 83-91, 2023, doi: 10.26740/ujced.v12n2.p83-91.

Submitted: 26 Agustus 2026
Published: 30 September 2026